

**CAMPIONI ANALISI
TERRENI (SACT)
DELLA REGIONE
EMILIA-ROMAGNA**

NOTE ILLUSTRATIVE

2023

A cura di:

Paola Tarocco - Area Geologia, Suoli e Sismica - Settore Difesa del Territorio
Regione Emilia-Romagna

Con il contributo di:

Giampaolo Sarno – Settore programmazione, sviluppo del territorio e sostenibilita' delle
produzioni– Regione Emilia-Romagna

In copertina:

foto di: Fabrizio Ungaro

Immagine coordinata:

Simonetta Scappini – Area Geologia, Suoli e Sismica - Settore Difesa del Territorio
Regione Emilia-Romagna



Direzione Generale cura del territorio e dell'ambiente
Area Geologia, Suoli e Sismica - Settore Difesa del Territorio
Viale della Fiera 8, 40127 Bologna

telefono: 051 5274792

fax: 051 5274208

e-mail: segrgeol@regione.emilia-romagna.it

PEC: segrgeol@postacert.regione.emilia-romagna.it

Sito web: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cosa-fa-la-regione-2>

Il presente documento è rilasciato secondo i termini della licenza Creative Commons 4.0 Attribution (Attribuzione). I contenuti (salvo marchi, segni distintivi o altro diversamente specificato) possono essere riprodotti, distribuiti, comunicati, esposti, rappresentati e modificati rispettando la seguente condizione: citazione della fonte ("Regione Emilia-Romagna") e il titolo del documento. Una sintesi della licenza si trova alla pagina <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.it> Per eventuali aggregazioni o rielaborazioni dei contenuti finalizzate alla realizzazione di prodotti diversi dall'originale, pur permanendo l'obbligo di citazione della fonte, si declina ogni responsabilità.



INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE..... | 5 |
| 2 | STRUTTURA DEI DATI..... | 9 |
| 2.1 | Profondità di campionamento..... | 9 |
| 2.2 | Precisione di localizzazione..... | 9 |
| 2.3 | Dati analitici..... | 11 |
| 2.4 | Alcuni esempi di rappresentazione dei parametri chimico-fisici..... | 12 |
| 3 | ATTRIBUZIONE DEI PUNTI SACT ALLE UNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO..... | 17 |
| 3.1 | Assegnazione dell'UTS a siti SACT singoli superficiali..... | 17 |
| 3.2 | Assegnazione dell'UTS a siti SACT multipli superficiali..... | 18 |
| 3.3 | Assegnazione dell'UTS a siti SACT profondi..... | 19 |
| 4 | CONSULTAZIONE DEL TEMATISMO SUL WEB..... | 20 |
| 4.1 | Elenco dei siti di consultazione e loro caratteristiche..... | 20 |
| 4.2 | Consultazione sul sito "Catalogo dei Suoli dell'Emilia-Romagna"..... | 21 |
| 4.2.1 | Consultazione dei singoli dati SACT..... | 21 |
| 4.2.2 | Utilizzo dei dati SACT per il piano di concimazione..... | 22 |
| 4.3 | Consultazione sul sito Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna (MokaSuoli)..... | 25 |
| 4.4 | Consultazione sul GeoViewER Moka..... | 26 |
| 4.5 | Consultazione sul visualizzatore del Geoportale dell'Emilia-Romagna..... | 27 |
| 4.6 | Consultazione come servizio WMS..... | 28 |
| 5 | BIBLIOGRAFIA..... | 29 |





1 INTRODUZIONE

Il Servizio Analisi e Consulenza Terreni (SACT) è nato nel 1979 dalla collaborazione tra l'allora Servizio Sviluppo Agricolo dell'Assessorato Agricoltura regionale e i tecnici delle Organizzazioni Professionali e delle Cooperative agricole. Inizialmente ha interessato il Comprensorio Faentino nella Provincia di Ravenna e da lì si è poi esteso a tutto il territorio regionale, in particolare all'area di pianura. A tutt'oggi, infatti, l'81% dei campionamenti interessa la pianura, mentre il resto si trova in aree collinari, in particolare nelle zone ad elevata vocazione frutti-vinicola, raramente montane.

Gli obiettivi del Servizio Analisi e Consulenza Terreni erano:

- offrire alle aziende agricole un piano di concimazione razionale;
- salvaguardare l'ambiente e la risorsa suolo;
- raccogliere i dati per la creazione di una banca dati.

L'attività di rilevamento era svolta dai tecnici dipendenti delle O.O.P.P. (Organizzazioni Professionali) e delle cooperative di produttori agricoli, con il coordinamento e il contributo finanziario dalla Regione e il flusso di dati era gestito ed elaborato dal Servizio Sviluppo Agricolo. Il numero dei tecnici coinvolti nel servizio è variato molto nel corso degli anni, con punte di alcune centinaia. Dal 1994 l'attività di rilevamento da parte dei tecnici si è molto ridimensionata e dal 1997 essa continua pressoché totalmente per sola iniziativa della Regione, coordinata dall'attuale Servizio Agricoltura Sostenibile il quale, per mantenere aggiornata la propria banca dati e non disperdere una mole di conoscenze accumulate nel corso degli anni, ha individuato queste linee di attività:

- campionamento ad hoc delle aree meno rilevate. Questa attività, a totale carico della Regione, è stata realizzata con diverse campagne fra il 1999 e il 2013;
- recupero di analisi del terreno eseguite da soggetti privati, come ad esempio le aziende che aderiscono ai regolamenti comunitari (Reg CEE 2078/91 impegno A1);
- formazione e sensibilizzazione dei tecnici che operano nei servizi di assistenza agricola.

Le campagne di rilevamento sono state condotte in modo discontinuo, mentre è stata costantemente garantita e migliorata l'attendibilità, l'accessibilità e l'interpretazione dei dati, ai fini della valorizzazione produttiva e della salvaguardia ambientale.

Fra il 2011 e il 2013 è stata condotta una campagna di acquisizione dei dati, finanziata con i fondi del PSR 2007-2013, che ha comportato il campionamento, l'analisi e l'archiviazione di **1726** campioni, raccolti in altrettanti siti selezionati della pianura regionale.

Fra il 2018 e il 2023 è stata condotta una campagna di campionamento¹, finanziata con i fondi del PSR 2014-2020, che ha aumentato la base dati di altre **2393** analisi (figura 4). Il campionamento è stato effettuato su suoli agricoli di pianura e di collina, in aree poco campionate oppure provviste di dati molto vecchi.

Altra fonte di dati sono stati i **progetti GOI** (Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura) istituiti con la misura 16.1.01 del PSR 2014-2020, la quale risponde alla necessità di promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali e i progetti LIFE. I progetti GOI che maggiormente riguardano il suolo appartengono alle focus aree 4B (Biodiversità), 4C (Qualità dei suoli) e 5E (Forestazione ambientale). Nella tabella 1 nella pagina seguente l'elenco dei progetti contributori.

Una piccola quantità di dati (13 analisi) inoltre è stata fornita da privati.

¹ <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/proprietà-e-qualità-dei-suoli/monitoraggio-delle-caratteristiche-chimico-fisiche-e-biologiche-dei-suoli-agricoli>



| FOCUS AREA | Titolo GOI/PROGETTI LIFE | Ente/Società coordinatore |
|------------|---|--|
| 2A | IN.MO.ME.VI. | Ri.Nova (ex CRPV Soc. Coop.) |
| 3A | Rafforzamento della filiera sostenibile del frumento tenero secondo le regole della Carta del Mulino (Carta MB) | Open Fields |
| 4B | Implementazione nel servizio IRRINET di un software per la gestione della fertirrigazione | Consorzio di bonifica per il C.E.R. |
| 4B | NITRATI FERRARA. Tecniche agronomiche per la prevenzione dell'inquinamento da Nitrati e la conservazione della sostanza organica | Fondazione per l'Agricoltura F.Ili Navarra |
| 4B | Valutazione e definizione di tecniche agronomiche innovative, mirate a ridurre fenomeni di lisciviazione di elementi minerali nel terreno e ad ottimizzare interventi di controllo di avversità biotiche e abiotiche in un eco-sistema frutticolo | Vivai Mazzoni |
| 4B | Digestato 100% | C.R.P.A. SpA |
| 4B | SUSYBEST: Sustainable System for Best Tomato and Maize Production | C.A.B. Ter.Ra. Soc. Coop. Agr. |
| 4C | SOILUTION. Soluzioni per ridurre l'erosione in terreni collinari e montani mantenendo e incrementando le attività agricole attraverso l'utilizzo di pratiche di agricoltura conservativa | Open Fields |
| 4C | OPTIMAGRI – Ottimizzazione dei sistemi agricoli conservativi attraverso una migliore gestione delle tecniche colturali | Università Cattolica del Sacro Cuore |
| 5E | Valutazione dell'impronta carbonica in relazione a strategie viticole ad alta sostenibilità | Ri.Nova (ex CRPV Soc. Coop.) |
| / | LIFE AGRICOLTURE - LIFE18 CCM/IT/001093 Livestock farming against climate change problems posed by soil degradation in the Emilian Apennines | Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale |

Tabella 1. Elenco dei GOI e progetti europei che hanno fornito dati per la banca dati SACT

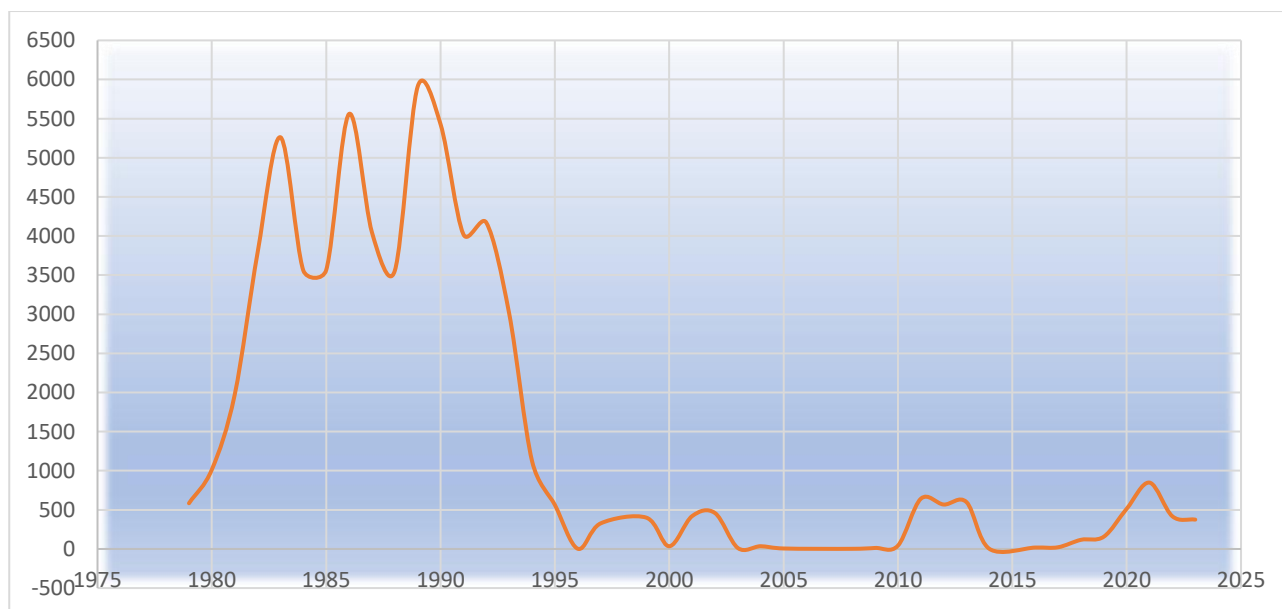


Figura 1. Numero campioni analizzati nel corso degli anni (dal 1979 al 2023)

Ad oggi il numero complessivo di analisi archiviate (dataset completo) è di **63.131**, di cui 80% sono collocate in pianura, 13.9% in collina e 6.1% in montagna (figura 2).

Il 68.9% del dataset (**43.516**), dati più recenti compresi, è consultabile sui siti WEB illustrati al paragrafo 4 e disponibile come servizio WMS.



La restante parte è stata scartata per bassa attendibilità di localizzazione del sito o del valore analitico o di entrambi o perché localizzati in aree collinari/montane non coperte dalla carta dei suoli 1:50.000 e di conseguenza non ancora valutati (Figura 3).

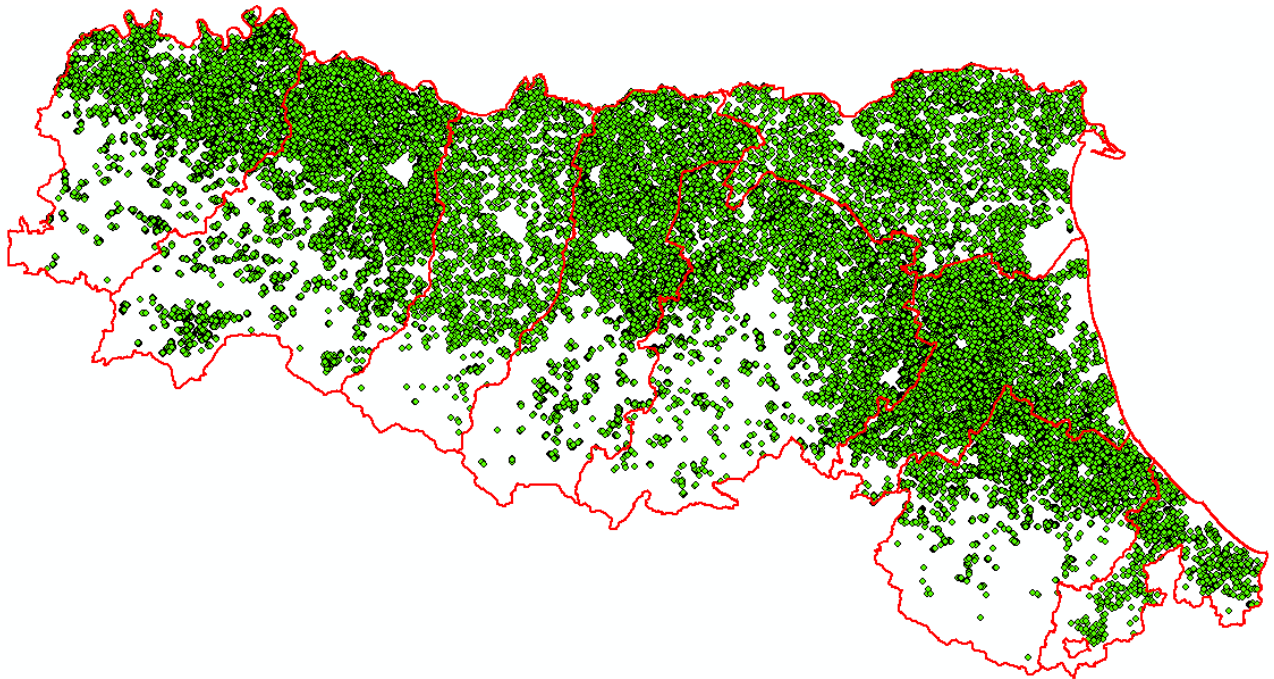


Figura 2. Distribuzione dei **63.131** campioni del dataset completo

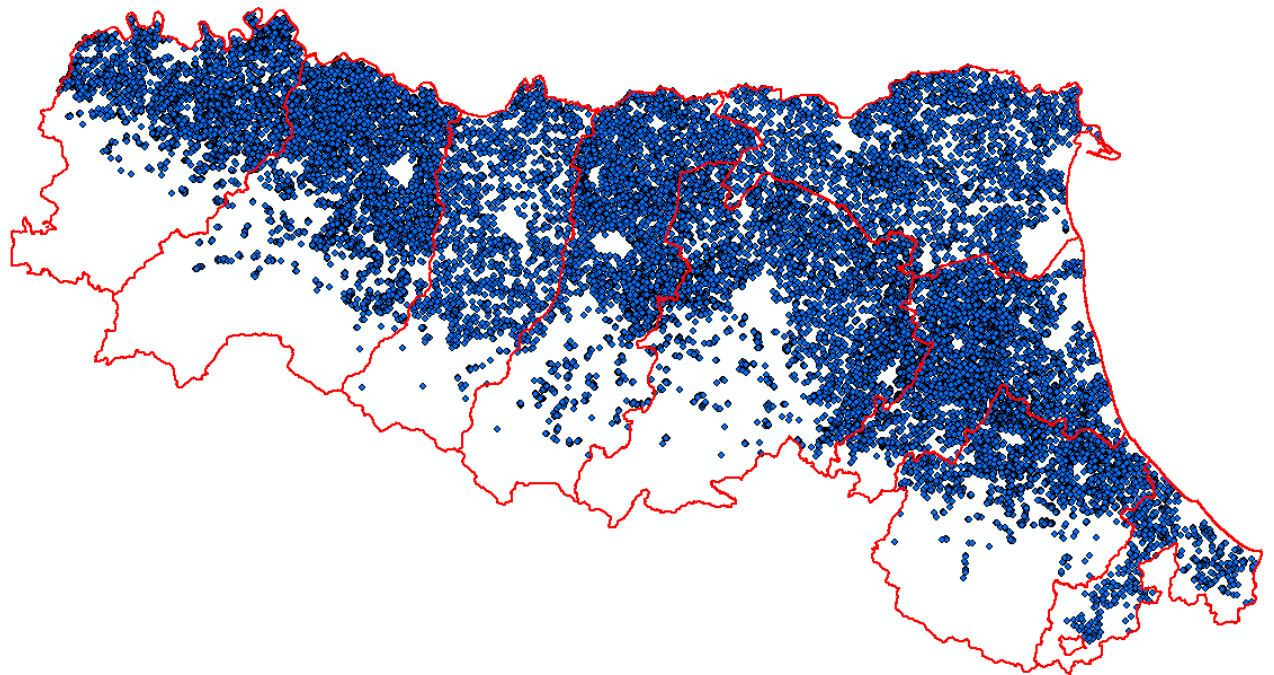


Figura 3. Distribuzione dei **43.516** campioni disponibili per la consultazione sul WEB (2023)



| Dataset completo | | | Dataset consultab. sul WEB | | |
|------------------|--------------|-------|----------------------------|--------------|-------|
| PROV | N | % | PROV | N | % |
| PC | 5575 | 8.83 | PC | 4159 | 9.56 |
| PR | 8595 | 13.61 | PR | 6117 | 14.06 |
| RE | 3022 | 4.79 | RE | 1873 | 4.30 |
| MO | 5762 | 9.13 | MO | 5092 | 11.70 |
| BO | 11016 | 17.45 | BO | 8288 | 19.05 |
| FE | 4561 | 7.22 | FE | 3927 | 9.02 |
| RA | 15247 | 24.15 | RA | 7895 | 18.14 |
| FC | 6920 | 10.96 | FC | 5084 | 11.68 |
| RN | 2433 | 3.85 | RN | 1081 | 2.48 |
| | 63131 | | | 43516 | |

Tabella 2. Distribuzione dei dati per provincia

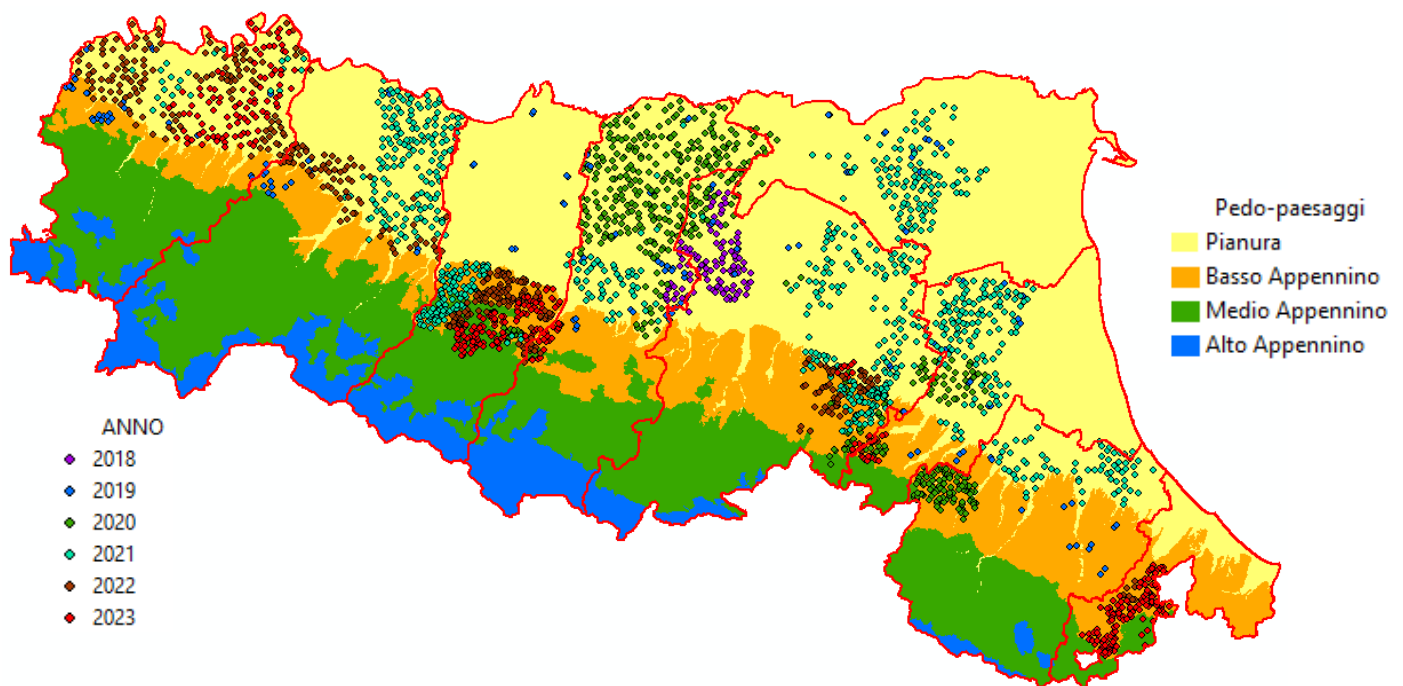


Figura 4. Distribuzione dei 2.393 campioni della campagna 2018-2023 del progetto di monitoraggio della qualità dei suoli suddivisi per anno di campionamento



2 STRUTTURA DEI DATI

La particolare struttura dei dati SACT è strettamente collegata alle modalità di campionamento. Il campione di suolo infatti possiede le seguenti caratteristiche:

- è di tipo **composito** (vengono prelevati vari campioni di terreno nell'ambito di un appezzamento e poi mescolati), per rappresentare al meglio la variabilità agronomica interna dell'unità gestionale agricola;
- è in genere riferito allo **strato superficiale**;
- è sempre corredato di **analisi chimico-fisiche routinarie**;
- nello **stesso appezzamento** possono essere stati prelevati, in date diverse, **più campioni**.

Ogni campione viene considerato un oggetto a sé stante e trattato come tale. A differenza di quanto avviene per i siti di osservazione pedologici in cui esiste la relazione sito→orizzonti→analisi, nei dati SACT la relazione è sito = orizzonte = analisi. Questo comporta che, dal punto di vista geografico, ad un punto con le stesse coordinate si relazionano più campioni che quindi "sovrapponendosi" uno sopra l'altro non hanno identità geografica distinta.

2.1 Profondità di campionamento

Ogni sito può essere stato campionato secondo più profondità; sebbene prevalgano i campionamenti superficiali entro 60 cm; a volte sono stati raggiunti anche strati più profondi specialmente nelle aree a più intensa vocazione frutticola come, ad esempio, nelle province di Ravenna e Ferrara. Le profondità di campionamento sono state classificate nel seguente modo:

| COD | TIPO | Profondità min. (cm) | Profondità max (cm) | Sequenze più frequenti (cm) | % |
|-----------|----------------------------|----------------------|---------------------|--|-------------|
| S | Superficiale | 0 | 60 | 0-40; 0-50; 0-30; 0-25; 0-45; 0-20; 0-60 | 87.8 |
| SM | Superficiale + intermedio | 0 | 100 | 20-80; 25-65; 30-70 | 0.8 |
| M | intermedio | 35 | 204 | 30-60; 60-100; 50-80; 40-60, 40-70; 50-100 | 10.7 |
| P | profondo | 40 | 240 | 80-100; 80-120; 70-100; 90-100 | 0.6 |
| I | Sezione completa mescolata | 0 | 120 | 0-100 | 0.1 |

Tabella 3. Distribuzione dei dati SACT in funzione della profondità di campionamento (sul dataset completo)

2.2 Precisione di localizzazione

Dai primi rilevamenti del 1979 a quelli realizzati dal 1999 in poi sono cambiate anche le modalità di localizzazione geografica dei siti campionati e quindi l'attendibilità della loro localizzazione.

I punti campionati fino al 1997 sono quasi tutti georeferenziati attraverso le coordinate regionali (riportate sulle CTR prima edizione) che sono una semplificazione delle coordinate U.T.M. Questo comporta che la georeferenziazione non è precisa al metro, ma indica genericamente l'ettaro in cui è stato fatto il prelievo del terreno. Queste coordinate sono state poi trasformate nell'attuale sistema di coordinate usato in regione Emilia-Romagna (UTM_RER fino al 2020 e poi RDN2008) attribuendo a ciascun punto le coordinate del baricentro del quadratino di 1 ha di lato.

In altri casi la localizzazione dei siti (anni 1979-1987 con code fino al 1993) era riferita non all'appezzamento campionato ma al centro aziendale (codifica E14). Questi campionamenti nella stragrande maggioranza dei casi non sono stati utilizzati e non sono visibili sui siti WEB; fanno eccezione i casi di aziende con dati analitici molto omogenei e coerenti con i suoli descritti nella delineazione della carta dei suoli (Tabella 4).

A partire dal 1999 i campioni prelevati sono invece georeferenziati sul centro dell'appezzamento campionato e sono corredati da una trivellata di controllo eseguita ai fini di attribuzione del sito ad uno dei tipi di suolo dell'Archivio Regionale dei Suoli gestito dall'area Geologia, Suoli e Sismica del settore Difesa del territorio della regione Emilia-Romagna (AGSS-RER).

I dati disponibili sui WEB hanno per più dell'80% dei casi una precisione di localizzazione < 50 m (Tabella 5).



| PRECIS _{xy} | OPERAZIONI | ERRORE | % |
|----------------------|---|---------------|-------|
| A04 | Centro dell'appezzamento | ± 2 m | 4.99 |
| A01, A02 | Punto di prelievo (localizzato su carta) | <5 m | 0.06 |
| C01, C02 | Punto di prelievo (localizzato con GPS) | ± 2 m | 3.90 |
| E10 | Georeferenziazione con coordinate regionali (X,Y, ha) e poi trasformato in U.T.M. (centroide dell'ettaro) | Non precisato | 0.82 |
| E11 | | <50 m | 55.09 |
| E12 | | <100 m | 2.28 |
| E13 | | <150 m | 4.83 |
| E14 | | >150 m | 23.64 |
| X | imprecisato | | 4.45 |

Tabella 4. Distribuzione dei dati SACT in funzione della precisione di localizzazione (sul dataset completo)

| PRECIS _{xy} | OPERAZIONI | ERRORE | % |
|----------------------|---|---------------|--------------|
| A04 | Centro dell'appezzamento | ± 2 m | 6.77 |
| A01, A02 | Punto di prelievo (localizzato su carta) | <5 m | 0.08 |
| C01, C02 | Punto di prelievo (localizzato con GPS) | ± 2 m | 5.64 |
| E10 | Georeferenziazione con coordinate regionali (X,Y, ha) e poi trasformato in U.T.M. (centroide dell'ettaro) | Non precisato | 0.59 |
| E11 | | <50 m | 70.51 |
| E12 | | <100 m | 2.10 |
| E13 | | <150 m | 4.21 |
| E14 | | >150 m | 5.18 |
| X | imprecisato | | 4.92 |

Tabella 5. Distribuzione dei dati SACT in funzione della precisione di localizzazione (sul dataset esposto sui siti WEB)



2.3 Dati analitici

I dati di analisi chimico-fisiche disponibili per ogni sito sono:

- Anno di campionamento
- Profondità di campionamento (minima e massima)
- Sabbia (%)
- Limo (%)
- Argilla (%)
- pH in acqua
- Calcare totale (%)
- Calcare attivo (%)
- Sostanza organica (%)
- K₂O assimilabile (mg/kg)
- P₂O₅ assimilabile (mg/kg)
- N totale (per mille)

Le analisi sono state eseguite presso laboratori pubblici quali Provincia di Ravenna (sede Faenza) ora ARPAE Ravenna, Provincia di Piacenza (sede di Gariga di Podenzano), Regione (sede Settefonti, prov. Bologna) oppure laboratori privati, unici laboratori attualmente utilizzati dagli agricoltori.

Per le attività istituzionali la RER fa attualmente riferimento al laboratorio di ARPAE, sede di Ravenna.

Nella campagna 2011-2013 il laboratorio utilizzato è stato AGRIPARADIGMA di Ravenna.

Nella campagna 2018-2023 il laboratorio utilizzato è stato C.S.A. di Rimini.

I metodi analitici utilizzati nel corso degli anni sono stati i seguenti:

| PARAMETRO | TECNICA ANALITICA | RIF. METODO ANALITICO |
|-------------------------------|---|--|
| GRANULOMETRIA | Densimetria (Bouyoucos) | DM 13/9/99 Metodo II.6 |
| | Sedimentazione (pipetta) | DM 13/9/99 Metodo II.5 |
| pH | Potenziometria. Rapporto suolo:acqua 1 :2,5 | DM 13/9/99 Metodo III.1 |
| SOSTANZA ORGANICA | Lotti | Lotti G. <i>Determinazione della sostanza organica del terreno</i> . Ann. Fac. Agr. Univ. Pisa 17, 5,113 (1956). |
| | Walkley-Black | DM 13/9/99 Metodo VII.3 |
| | Analizzatore elementare | DM 13/9/99 Metodo VII.1 |
| CALCARE TOTALE | Volumetria | DM 13/9/99 Metodo V.1 |
| CALCARE ATTIVO | Drouineau | DM 13/9/99 Metodo V.2 |
| AZOTO TOTALE | Kjeldhal | DM 13/9/99 Metodo XIV.3 |
| P ₂ O ₅ | Olsen | DM 13/9/99 Metodo XV.3 |
| K ₂ O | Estrazione con ammonio acetato 1N, pH 7 | DM 13/9/99 Metodo XIII.4 |
| | Estrazione con BaCl ₂ a pH 8.1 | DM 13/9/99 Metodo XIII.5 |

Tabella 6. Elenco metodi analitici utilizzati

Per quanto riguarda la **sostanza organica** il metodo Lotti è stato utilizzato solo per i dati dei primi anni '80, mentre l'analizzatore elementare viene utilizzato per i dati delle campagne finanziate dal PSR a partire dal 2011. Nel resto della base dati è stato utilizzato il metodo Walkley-Black.



Ad ogni dato analitico è stato attribuito un giudizio di attendibilità, secondo le seguenti classi. Alcuni dati non sono stati valutati.

| CLASSI ATTENDIBILITA' | % dati analitici riferiti alle classi di attendibilità | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------|---------|----|----------------|----------------|-------------------|------------|---------------|----------|
| | Sabbia | Limo | Argilla | pH | Calcare totale | Calcare attivo | Sostanza organica | K2O assim. | P2O5 assimil. | N totale |
| Alta | 78 | 83 | 84 | 0 | 14 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Buona | 10 | 4 | 14 | 96 | 78 | 77 | 78 | 1 | 1 | 1 |
| Media | 9 | 7 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Bassa | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Non valutata | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 5 | 20 | 98 | 98 | 96 |

Tabella 7. Distribuzione dei dati SACT in funzione delle % di attendibilità dei dati analitici

La minore attendibilità della sabbia rispetto a limo e argilla è dovuta al fatto che, nelle analisi effettuate negli anni '80, che costituiscono la maggior parte delle analisi SACT, il valore di sabbia, determinato con il metodo Bouyoucos, è spesso sovrastimato; il controllo è stato eseguito attraverso il confronto con dati adiacenti e/o stima di campagna.

Dalla visualizzazione sui siti WEB sono stati esclusi i dati con classe di attendibilità bassa.

2.4 Alcuni esempi di rappresentazione dei parametri chimico-fisici

Nelle figure seguenti sono rappresentati alcuni parametri chimico-fisici utilizzando i dati analitici dell'intero dataset relativi agli strati superficiali (87.8% dei dati come indicato nella tabella 3).

I dati sono stati classificati in base al **Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023²**, tranne dove diversamente indicato.

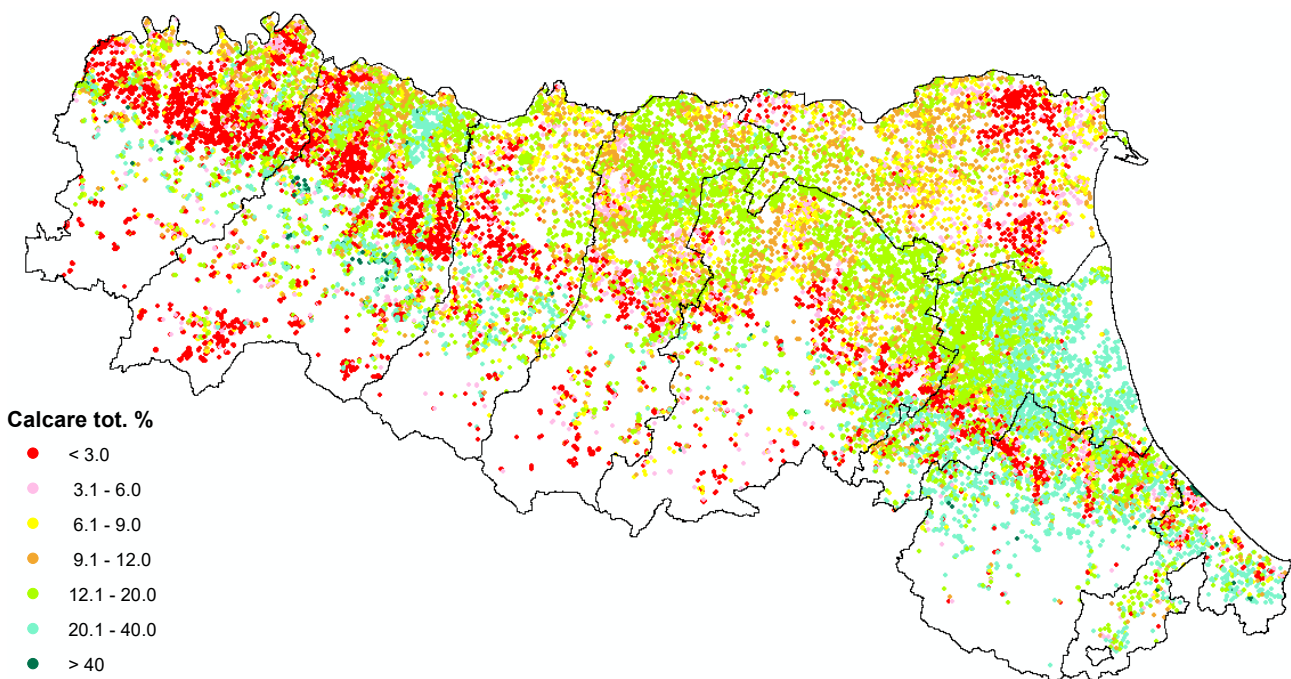


Figura 5. Rappresentazione del **calcare totale** % negli strati superficiali per classi funzionali alla distinzione dei tipi di suolo e delle diverse cave di prestito/origine dei sedimenti

² https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/temi/bio-agro-climambiente/agricoltura-integrata/disciplinari-produzione-integrata-vegetale/Collezione-dpi/dpi_2023/norme-generalii

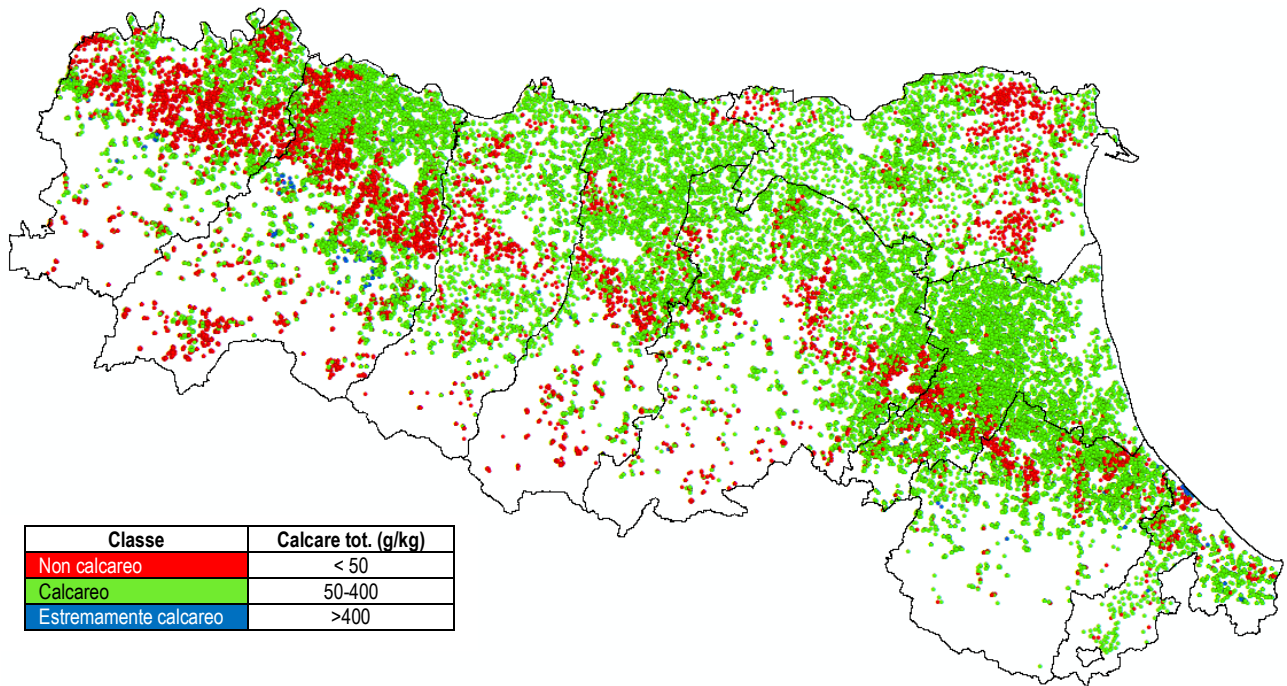


Figura 6. Rappresentazione del **calcario totale (g/kg)** negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

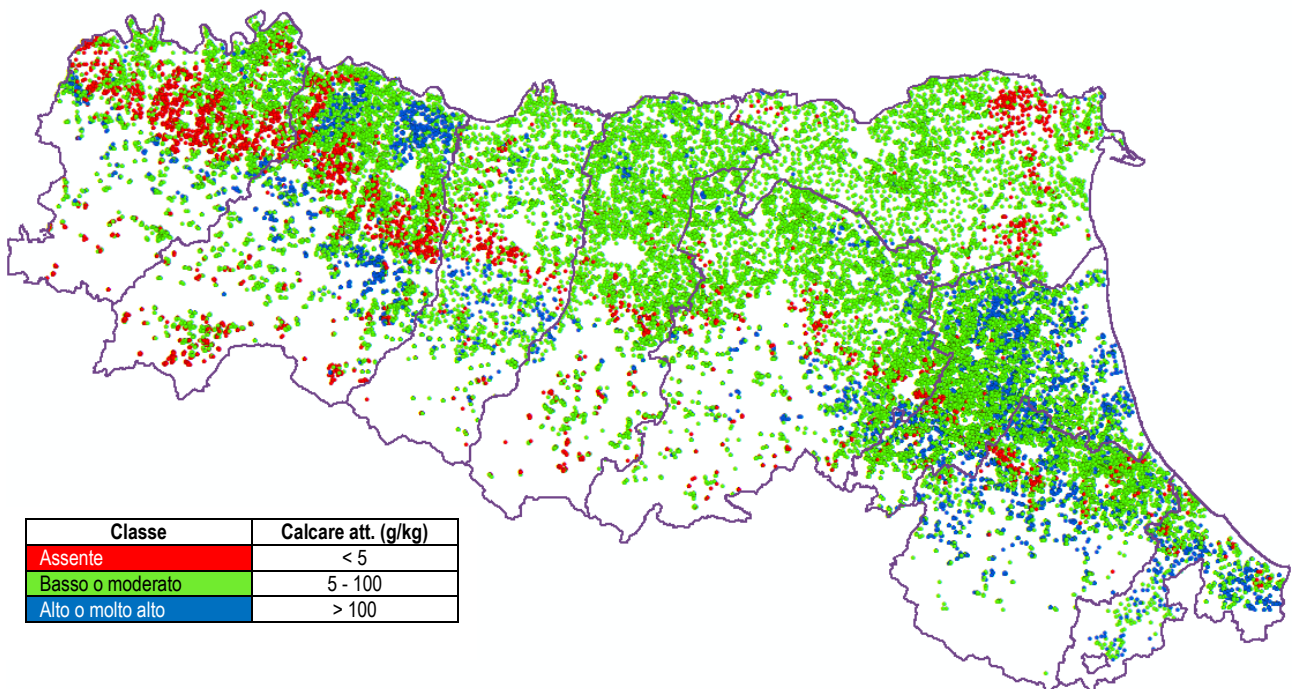


Figura 7. Rappresentazione del **calcario attivo (g/kg)** negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

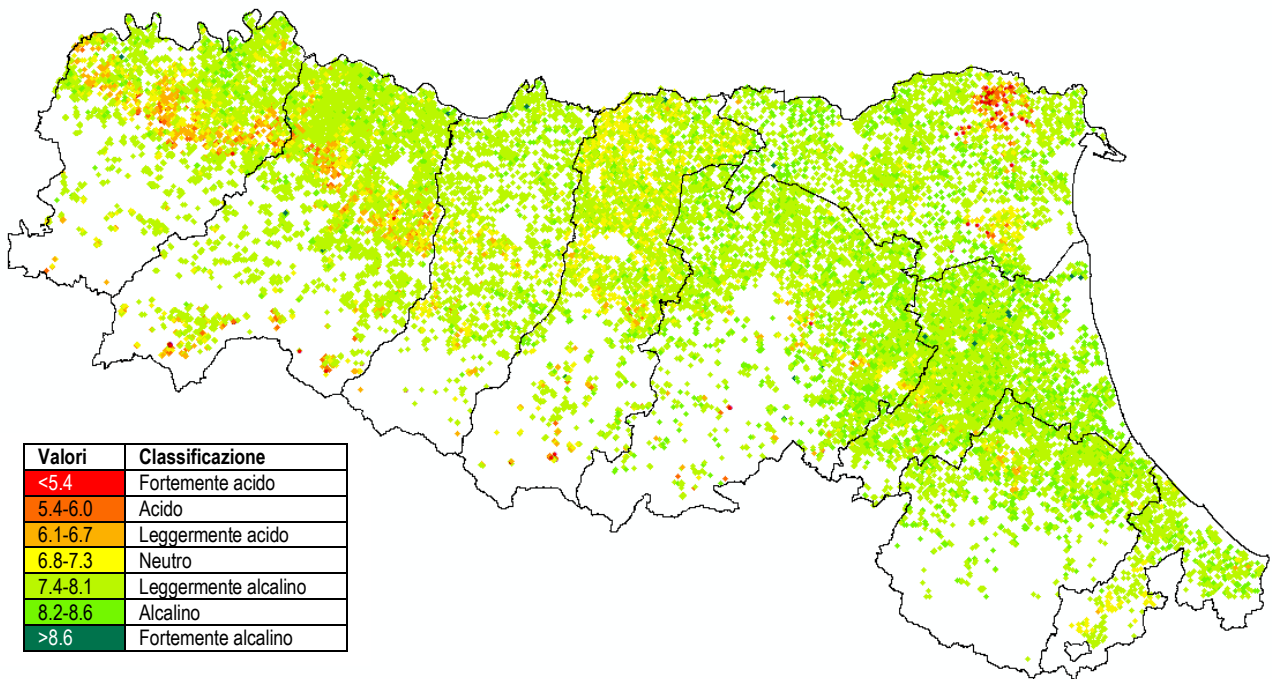


Figura 8. Rappresentazione del pH negli strati superficiali sulla base della classificazione (fonte SILPA) del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

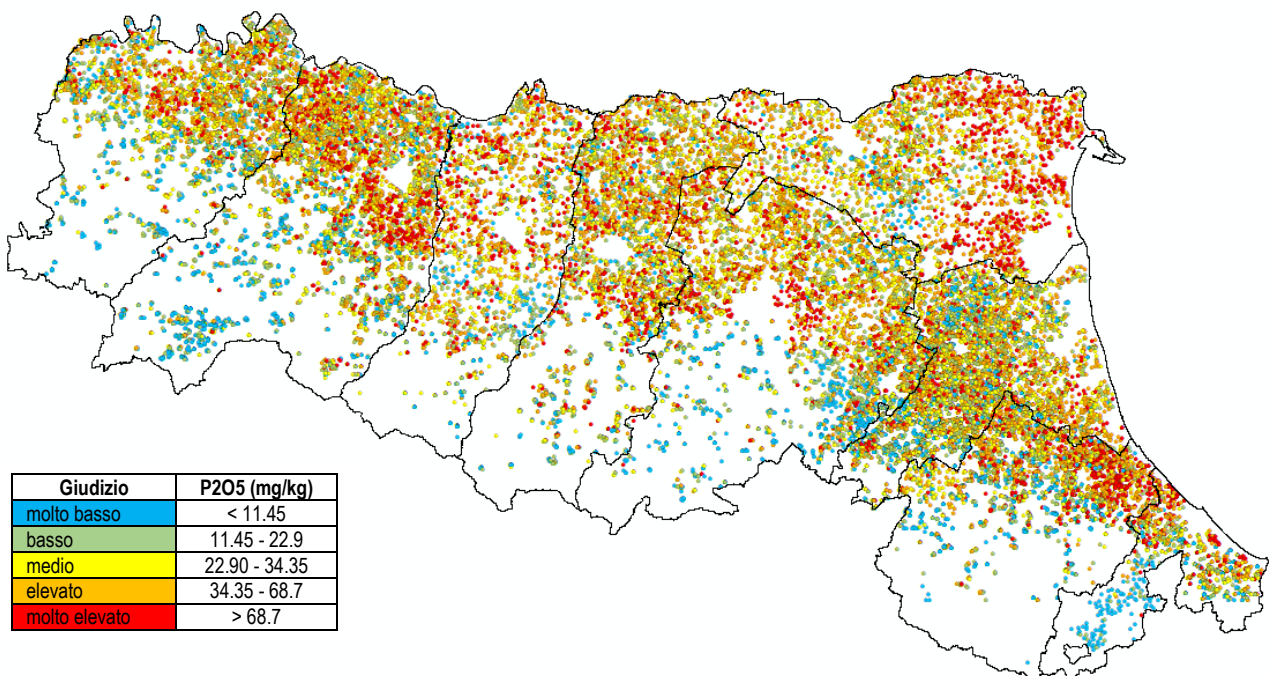


Figura 9. Rappresentazione del fosforo assimilabile come P2O5 (metodo Olsen) negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

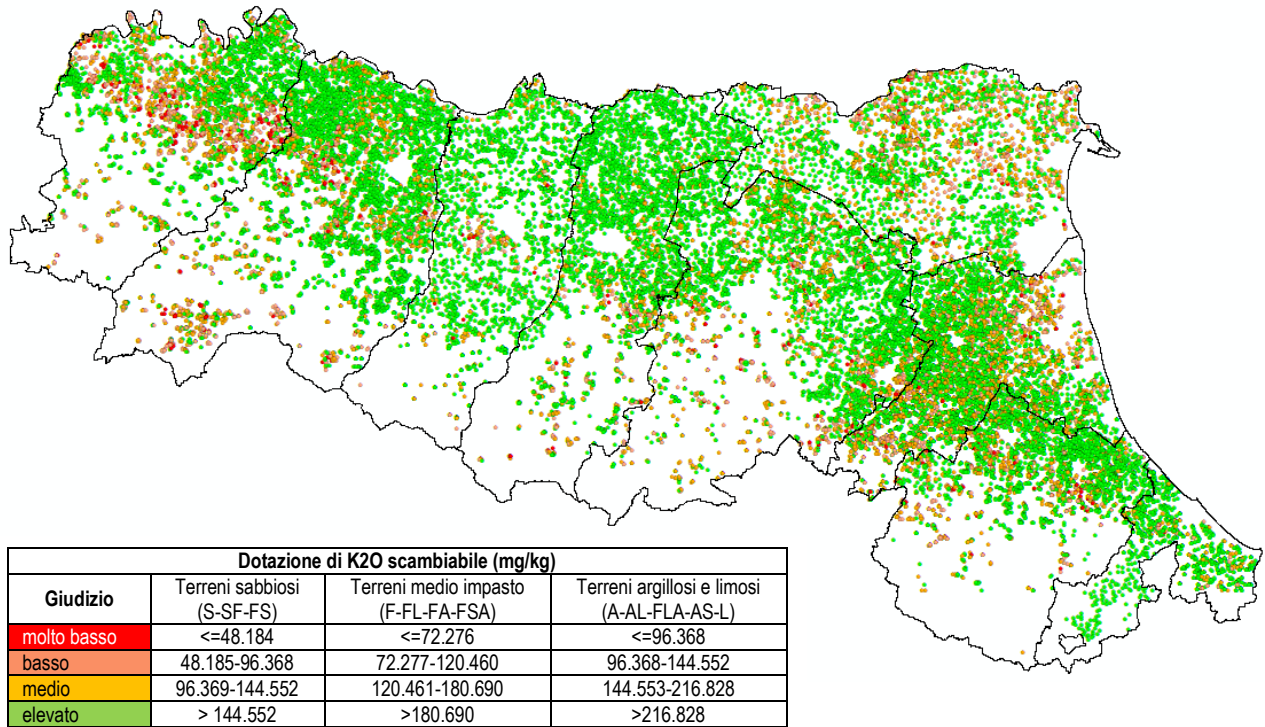


Figura 10. Rappresentazione di K2O scambiabile (g/kg) negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023 (tramite trasformazione da K scambiabile con fattore di conversione 1,2046)

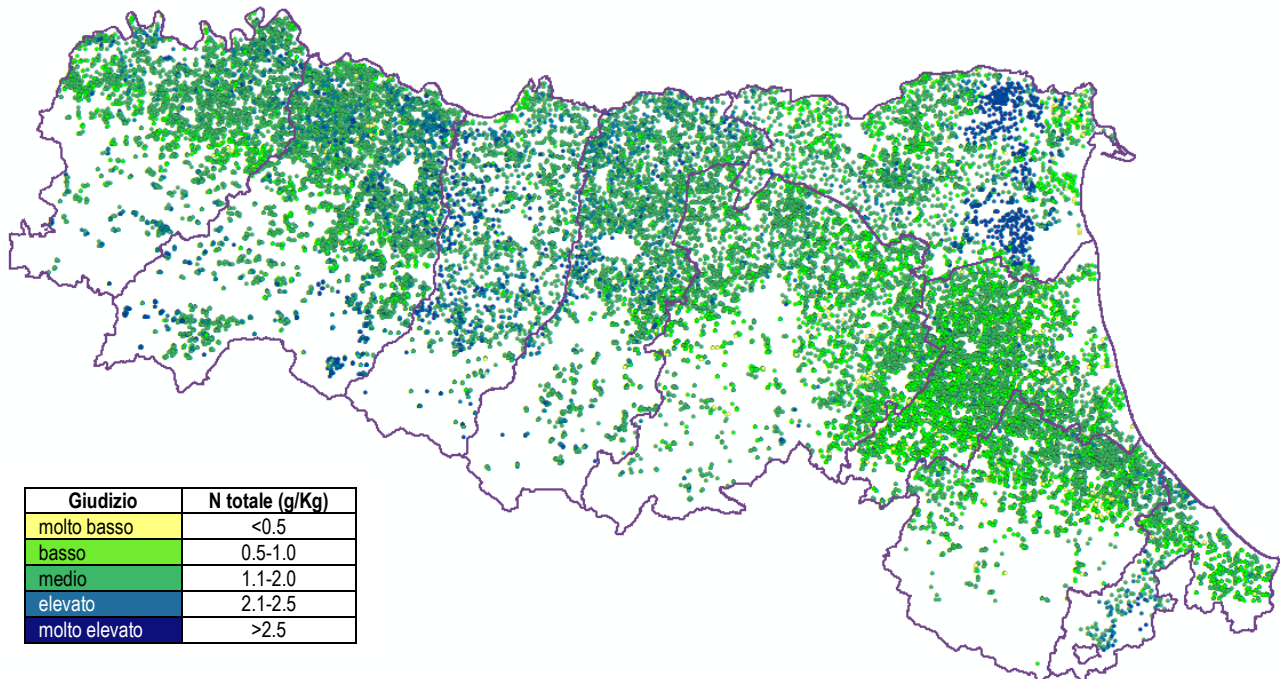


Figura 11. Rappresentazione dell'azoto totale (g/kg) negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

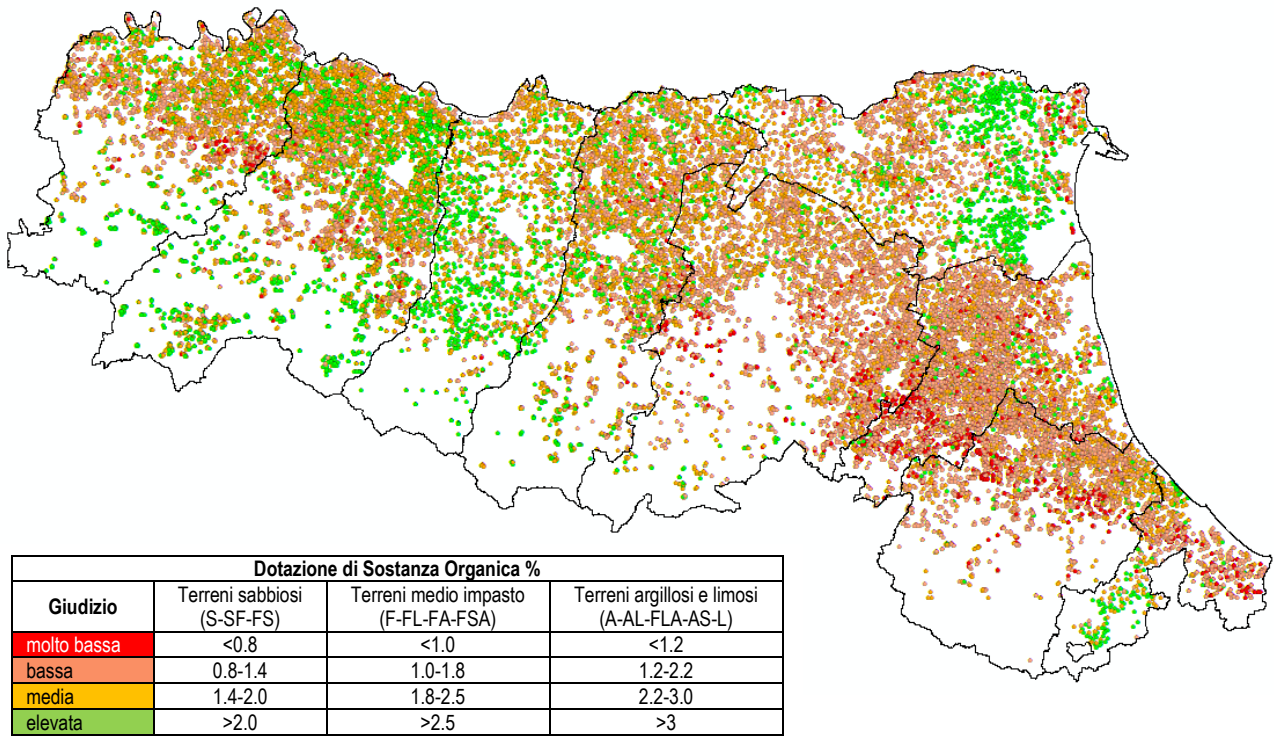


Figura 12. Rappresentazione della dotazione di sostanza organica % negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023

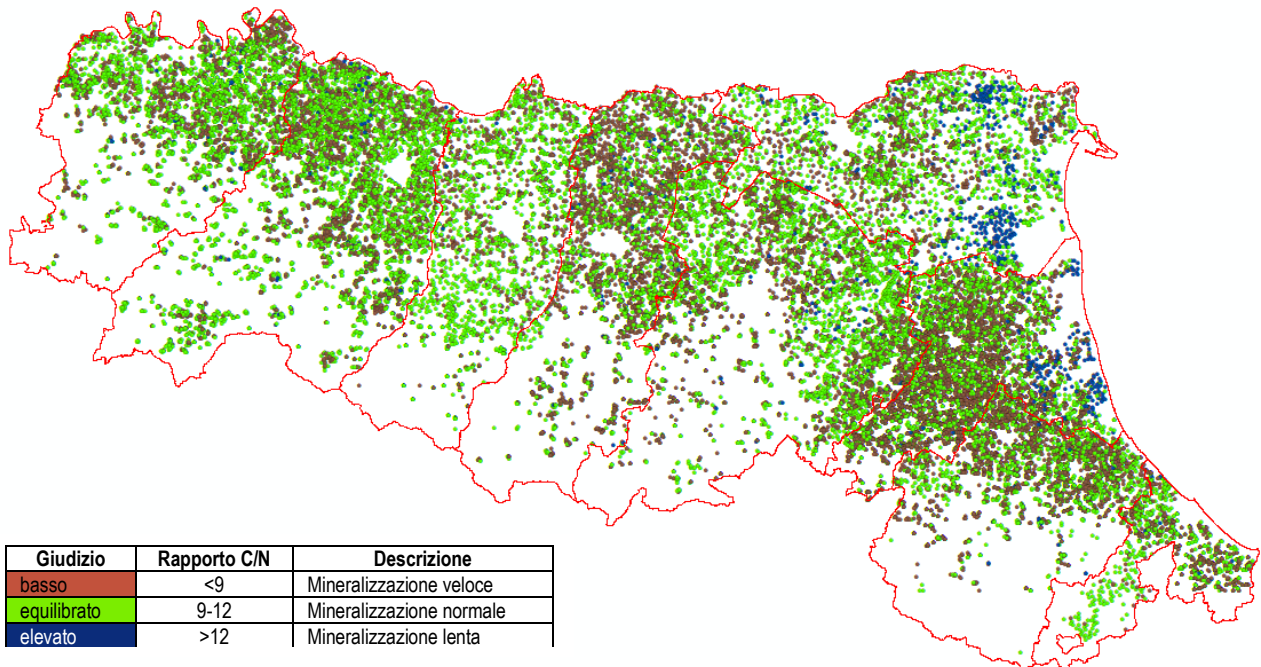


Figura 13. Rappresentazione del rapporto C/N negli strati superficiali sulla base della classificazione del Disciplinare di produzione integrata Norme Generali RER, 2023



3 ATTRIBUZIONE DEI PUNTI SACT ALLE UNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO

Il **91%** dei siti SACT consultabili sul WEB è stato ricollegato ad una Unità Tipologica di Suolo (UTS) presente nel **Catalogo dei suoli** dell'AGSS-RER³. Questa operazione ha richiesto un grosso impegno perché, a parte i siti campionati dal 1999 al 2023 che sono stati caratterizzati in campagna con una trivellata di controllo fino alla profondità di 100-120 cm (11.7% del totale), la maggioranza consiste in analisi di laboratorio riferite al solo orizzonte superficiale. Nell'attribuire un sito ad una UTS in genere si considera una sezione di controllo di profondità variabile fino a 120-150 cm. Avere a disposizione quindi solo i dati relativi all'orizzonte superficiale di per sé non sarebbe sufficiente per l'attribuzione.

La prima operazione è stata quella di assegnare ad ogni sito la delimitazione della carta dei suoli in cui esso ricade. Ad ogni delimitazione è associato un certo numero di suoli (da 1 a 13) con relative percentuali di presenza.

In alcuni casi l'assegnazione al suolo è abbastanza semplice. Es. se in una delimitazione sono descritti 3 suoli con tre classi di tessitura superficiale diversa l'assegnazione è automatica in quanto il sito è attribuito all'UTS con la classe tessiturale corrispondente.

In molti casi nella stessa delimitazione si trovano suoli con classe tessiturale superficiale uguale ma che sono stati distinti perché diversi in profondità. In questi casi il ricollegamento al suolo è stato risolto facendo ricorso al **RANGE MODALE** di variabilità dei caratteri del suolo invece che al RANGE PERIMODALE, con riferimento ai soli suoli presenti nella delimitazione in cui il punto ricade.

3.1 Assegnazione dell'UTS a siti SACT singoli superficiali

Questi sono i casi dove ad un sito, identificato da una coppia di coordinate, corrisponde un unico set analitico superficiale (56% dei siti disponibili sul WEB).

Esempio: i siti 16662, 15924 e 15929 ricadono nella delimitazione 6470 che presenta i suoli SMB1 (presenti con una frequenza del 60%), SMB2 (frequenza del 10%) e FSL1 (frequenza del 6%) più altri suoli secondari. Il sito 15929 caratterizzato dal 30% di argilla si ricollega a SMB2 (SANT'OMOBONO franco argillosa limosa) perché tra le tre UTS è l'unica che ha tessitura dell'orizzonte superficiale FLA (argilla >27%, sabbia <20%).

| XID_SITO_S | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG | SUOLO |
|------------|--------|------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 15929 | 14 | 56 | 30 | 18 | 7 | 2 | SMB2 |
| 15924 | 11 | 65 | 24 | 16 | 5 | 1.9 | |
| 16662 | 27 | 54 | 19 | 19 | 4 | 1.6 | |

Tabella 8. Esempio 1

I siti 15924 e 16662 sono a tessitura franco limosa

| XID_SITO_S | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG |
|------------|--------|------|---------|--------|--------|--------|
| 15924 | 11 | 65 | 24 | 16 | 5 | 1.9 |
| 16662 | 27 | 54 | 19 | 19 | 4 | 1.6 |

Tabella 9. Esempio 2

e potrebbero essere ricollegati entrambi a SMB1 o FSL1. Esaminando i range di variabilità perimodale dell'argilla degli orizzonti superficiali dei due suoli nella tabella sottostante:

| SUOLO | N_ORIZ | NOM_VAR | VAL_MIN | VAL_MAX | VAL_MOD |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| SMB1 SANT'OMOBONO franco limoso | 1 | ARGILLA | 19 | 27 | 25 |
| FSL1 FOSSOLI franco limoso | 1 | ARGILLA | 10 | 27 | 20 |
| SMB1 SANT'OMOBONO franco limoso | 1 | SABBIA | 6 | 35 | 20 |
| FSL1 FOSSOLI franco limoso | 1 | SABBIA | 10 | 45 | 20 |

Tabella 10. Esempio 3

si osserva che i valori di argilla dei due siti rientrano nel range di variabilità di entrambi i suoli, però il sito 15924 ha valori molto vicini al valore modale del suolo SMB1 mentre il sito 16662 ha valori molto vicini al valore modale del suolo FSL1. I siti sono stati quindi attribuiti rispettivamente al suolo SMB1 e al suolo FSL1.

³ https://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/Catalogo_suoli_RER.pdf



A seconda delle tipologie di suolo da confrontare i caratteri considerati al fine dell'attribuzione sono stati il valore di argilla o di sabbia o di limo o di tutti e tre; in molti casi è stato utile il valore di calcare totale, specialmente per distinguere suoli di età recente (tipo SMB1) da suoli più antichi (esempio CTL1 o TEG1).

In casi più complessi si è verificata l'eventuale presenza nelle vicinanze di un'osservazione pedologicamente ben descritta ed attribuita ad una UTS dell'archivio e quindi si è proceduto all'attribuzione al suolo per analogia geografica. In mancanza di un'osservazione di riferimento il sito è stato assegnato al suolo più frequente della delimitazione, previa verifica di similitudine.

Nel caso dei terrazzi e conoidi ghiaiose il sito è stato assegnato ad un suolo in base alla sua ubicazione controllata su foto aeree e/o satellitari e della presenza di osservazioni pedologiche

Si è verificato che in effetti quasi sempre si può stabilire una correlazione fra i dati di analisi ed il tipo di suolo: es. per il suolo Candia (che presenta ghiaia superficiale) quasi sempre i siti ricollegati presentano valori di sabbia più elevati rispetto a quelli ricollegati a Bellaria e Borghesa (che presentano la ghiaia in profondità) e questo sembra piuttosto logico, visto che la pietrosità superficiale molto più elevata probabilmente condiziona il valore del parametro sabbia in laboratorio.

3.2 Assegnazione dell'UTS a siti SACT multipli superficiali

Questi sono i casi dove ad un sito, identificato da una coppia di coordinate, corrispondono più set analitici. Si tratta del 43% dei casi. Questi possono essere tutti superficiali ossia campioni prelevati alla medesima profondità oppure sia superficiali che profondi ossia campioni prelevati a profondità differenti.

Questa situazione si verifica quando:

- sono stati campionati più appezzamenti che ricadono nella stessa cella all'ettaro;
- sono stati effettuati campionamenti ripetuti in anni diversi;
- i campionamenti effettuati in diversi appezzamenti sono stati tutti ricondotti al centro aziendale.

Nell'ambito della localizzazione all'ettaro la compresenza di analisi riconducibili a suoli diversi è molto frequente quando si tratta di delimitazioni con suoli strettamente associati. Di conseguenza il fatto che sulla stessa coordinata vi sono, per esempio, punti collegabili a SMB1 o SMB2 non è da considerarsi un errore. Nella tabella sottostante si fa un esempio emblematico delle problematiche che si possono incontrare. Sulla stessa coordinata si trovano 17 set analitici: 8 campionati nel 1983 e 9 nel 1989. Il dataset del 1983 può essere distinto in 5 sotto-dataset (evidenziati dalle differenze di colore) di diverse profondità ma con valori molto simili (tutti ricollegati a SMB1), mentre nel 1989 i campioni sono stati tutti prelevati alla stessa profondità ma molto probabilmente in diversi appezzamenti visto che sono stati ricollegati a tre suoli diversi, anche se strettamente associati. Da notare anche che i set analitici del 1989 presentano mediamente valori di sabbia più bassi dovuto al cambiamento di metodiche analitiche e questo permette un ricollegamento ai suoli più sicuro. I siti superficiali (escluso quindi il sito 54057) potrebbero essere tranquillamente mediati e attribuiti a SMB1.

| ID_PANINO | DATA | XID_SITO | PROF_MIN | PROF_MAX | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG | SUOLO |
|-----------|------------|----------|----------|----------|--------|------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 28264 | 15/06/1983 | 25894 | 0 | 20 | 36 | 44 | 20 | 17 | 5 | 1.3 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 25895 | 20 | 50 | 36 | 42 | 22 | 18 | 5 | 1.2 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 25892 | 0 | 25 | 36 | 42 | 22 | 20 | 7 | 1.4 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 54058 | 25 | 60 | 34 | 42 | 24 | 20 | 7 | 1.1 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 25893 | 0 | 50 | 28 | 50 | 22 | 19 | 5 | 1.2 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 25891 | 0 | 50 | 24 | 50 | 26 | 21 | 9 | 1.1 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 54056 | 0 | 60 | 26 | 48 | 26 | 23 | 10 | 1.1 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1983 | 54057 | 60 | 100 | 28 | 48 | 24 | 25 | 10 | 0.7 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26805 | 0 | 50 | 11 | 56 | 33 | 21 | 12 | 1.7 | SMB2 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26801 | 0 | 50 | 18 | 51 | 31 | 21 | 11 | 1.5 | SMB2 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26802 | 0 | 50 | 18 | 52 | 30 | 20 | 11 | 1.6 | SMB2 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26804 | 0 | 50 | 34 | 42 | 24 | 17 | 6 | 1.8 | SEC1 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26806 | 0 | 50 | 17 | 52 | 31 | 22 | 11 | 1.7 | SMB2 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26807 | 0 | 50 | 24 | 54 | 22 | 16 | 4 | 2 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26808 | 0 | 50 | 28 | 52 | 20 | 17 | 4 | 1.7 | SMB1 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26809 | 0 | 50 | 10 | 55 | 35 | 22 | 12 | 1.8 | SMB2 |
| 28264 | 15/06/1989 | 26803 | 0 | 50 | 16 | 52 | 32 | 20 | 11 | 1.5 | SMB2 |

Tabella 11. Esempio 4

Vi sono invece casi molto più eterogenei ed in genere questo si verifica quasi sempre quando i dataset sono localizzati sui centri aziendali oppure cadono al limite fra due delimitazioni. Nella tabella sottostante abbiamo



un esempio. Sulla stessa coordinata insistono 6 dataset, raggruppabili in 3 sotto-dataset abbastanza diversi fra di loro non tanto per contenuto di argilla o di sabbia ma per calcare totale. I tre dataset non sono tutti attribuibili a suoli presenti nella delineazione in cui ricadono ed inoltre il punto è collocato sul centro aziendale, il che non fornisce indicazioni utili su dove questi siti effettivamente si trovino. Questi dataset non possono essere mediati e non sono visibili sul sito web.

| ID_PANINO | DATA | XID_SITO | PROF_MIN | PROF_MAX | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG | SUOLO |
|-----------|------------|----------|----------|----------|--------|------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 23379 | 15/06/1983 | 31731 | 0 | 30 | 39 | 28 | 33 | 12 | 3 | 0.8 | |
| 23379 | 15/06/1983 | 54710 | 30 | 60 | 39 | 26 | 35 | 12 | 3 | 0.5 | |
| 23379 | 15/06/1983 | 31732 | 0 | 30 | 37 | 34 | 29 | 1 | 0 | 1.6 | BGT1 |
| 23379 | 15/06/1983 | 54709 | 30 | 60 | 37 | 36 | 27 | 0 | 0 | 1.5 | BGT1 |
| 23379 | 15/06/1983 | 31733 | 0 | 30 | 37 | 30 | 33 | 10 | 3 | 1.2 | |
| 23379 | 15/06/1983 | 54708 | 30 | 60 | 43 | 26 | 31 | 21 | 3 | 0.4 | |

Tabella 12. Esempio 5

3.3 Assegnazione dell'UTS a siti SACT profondi

I siti profondi non si presentano quasi mai da soli ma sono sempre accoppiati ad uno o più siti superficiali, di solito prelevati alla stessa data e nello stesso appezzamento. L'attribuzione viene eseguita contestualmente agli orizzonti superficiali.

L'assegnazione al tipo di suolo segue in questo caso logiche diverse rispetto ai siti superficiali; bisogna infatti valutare la variabilità dei suoli in profondità.

Esempio 1: caso di suolo molto omogeneo anche in profondità

| ID_PANINO | XID_SITO_S | PROF_MIN | PROF_MAX | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG | SUOLO |
|-----------|------------|----------|----------|--------|------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 16388 | 19302 | 0 | 30 | 5 | 68 | 27 | 14 | 6 | 1.9 | SMB1 |
| 16388 | 45532 | 30 | 60 | 6 | 67 | 27 | 15 | 5 | 1.8 | SMB1 |
| 16388 | 19303 | 0 | 30 | 5 | 68 | 27 | 15 | 7 | 2.4 | SMB1 |
| 16388 | 45533 | 30 | 60 | 5 | 66 | 29 | 15 | 7 | 1.5 | SMB1 |
| 16388 | 45534 | 80 | 100 | 6 | 67 | 27 | 17 | 7 | 1.2 | SMB1 |

Tabella 13. Esempio 1

Esempio 2: caso di suolo che cambia in profondità. Il sito 48156 è stato attribuito a TEG2, pur differendo in tessitura e contenuto di calcare totale, in quanto è tipico di questi suoli essere decarbonatati e a tessitura franca argillosa limosa in superficie, mentre presentano intorno a 70-100 cm un accumulo di carbonati (compatibile con il valore di calcare totale) insieme al calo di argilla e di sostanza organica.

| ID_PANINO | XID_SITO_S | PROF_MIN | PROF_MAX | SABBIA | LIMO | ARGILLA | CALTOT | CALATT | MATORG | SUOLO |
|-----------|--------------|----------|----------|--------|------|---------|--------|--------|--------|-------|
| 20288 | 22840 | 0 | 30 | 19 | 49 | 32 | 1 | 0 | 1.5 | TEG2 |
| 20288 | 48157 | 30 | 60 | 19 | 47 | 34 | 0 | 0 | 1.5 | TEG2 |
| 20288 | 48156 | 80 | 100 | 21 | 51 | 28 | 22 | 8 | 0.4 | TEG2 |

Tabella 14. Esempio 2



4 CONSULTAZIONE DEL TEMATISMO SUL WEB

4.1 Elenco dei siti di consultazione e loro caratteristiche

I dati SACT sono consultabili su alcuni **siti WEBGIS**⁴. Nella tabella sottostante vi è un elenco dei siti disponibili e loro collocazione. Nelle pagine seguenti ogni sito viene descritto in modo dettagliato.



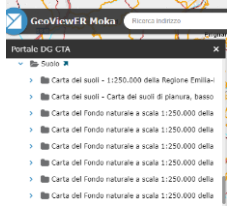

| SITO | NOTE | URL |
|---|---|--|
| <p>Catalogo dei suoli dell'Emilia-Romagna</p>  | <p>Veloce e di facile utilizzo, è diretto in particolare ad utenti del settore agricolo. Erede dello storico sito attivo sin dal 1998, permette il calcolo del piano di concimazione utilizzando, oltre che dati analitici in possesso degli utenti, anche i dati presenti nelle banche dati regionali. È presente un wizard di riconoscimento dei suoli.</p> | <p>https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/</p> |
| <p>Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna</p>  | <p>Sito che contiene tutte le carte dei suoli e carte derivate, oltre che alcuni temi puntuali (dati SACT, dati ambientali, stazioni della rete della falda ipodermica). Permette la consultazione contemporanea di più strati. Presenti molti voli aerei dal 1954 al 2023. È rivolto in particolare ad utenti del settore ambientale e educativo (es. ARPAE, scuole, CEA).</p> | <p>https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/applicazioni/ped</p> |
| <p>GeoViewER Moka</p>  | <p>Visualizzatore del portale MinERva della Direzione Cura dell'Ambiente e del territorio. Sono disponibili tutte le cartografie prodotte dalla Direzione in ambito ambientale, pianificatorio e dei trasporti.</p> | <p>https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2</p> |
| <p>Mappe Emilia-Romagna</p>  | <p>Visualizzatore del Geoportale regionale. Sono disponibili tutte le cartografie prodotte dalla regione Emilia-Romagna, fra cui anche le carte dei suoli nella sezione Informazioni Geoscientifiche. Permette la visualizzazione in 3D.</p> | <p>https://mappe.regione.emilia-romagna.it/</p> |

Tabella 15. Elenco dei siti WEBGIS in cui è possibile visualizzare e consultare i dati SACT

⁴ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/conoscere-suolo/siti-web-sul-suolo-in-emilia-romagna>.



4.2 Consultazione sul sito “Catalogo dei Suoli dell’Emilia-Romagna”

4.2.1 Consultazione dei singoli dati SACT

È possibile consultare questo strato sul sito [Catalogo dei suoli dell’Emilia-Romagna](https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/)⁵, che è indirizzato soprattutto ad utenti del settore agricolo, al fine della razionalizzazione della gestione agronomica e, in particolare, della redazione dei piani di fertilizzazione. In questo sito i SACT (chiamati **analisi terreno**) sono rappresentati come **quadrati** rosa delle dimensioni sul terreno di **1 ha** (100 m x 100 m).

Nel sito CATALOGO DEI SUOLI mancano i SACT della campagna 2022-2023

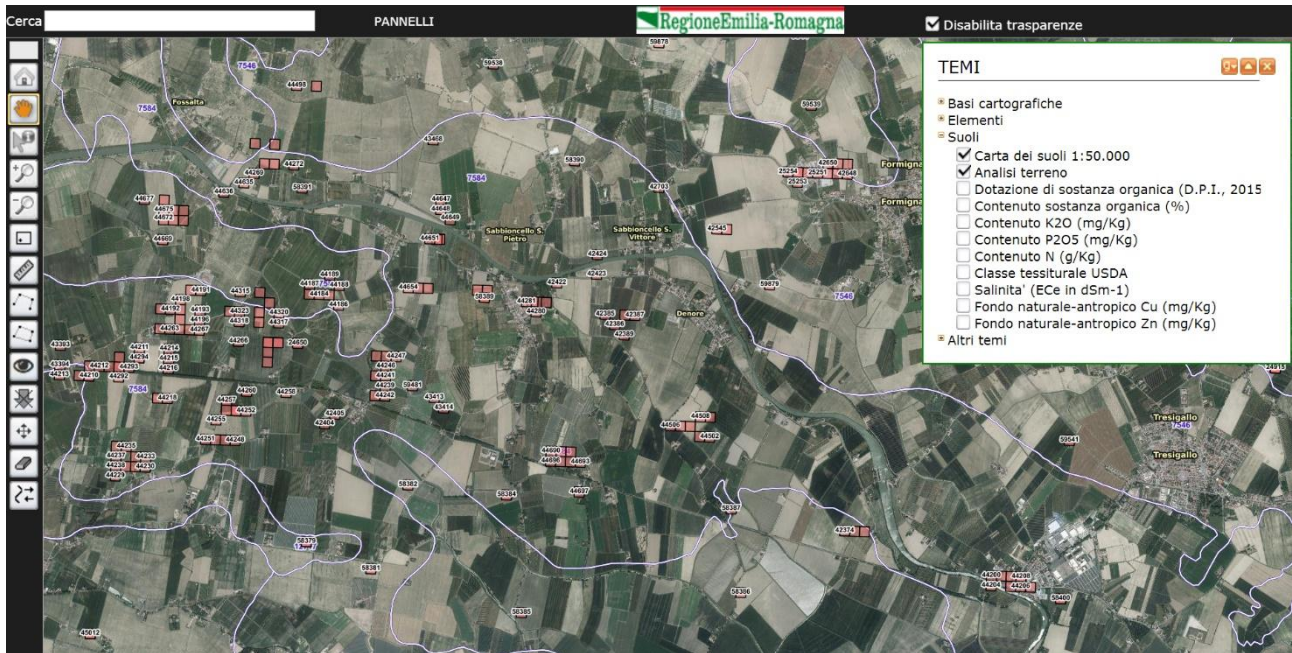


Figura 14. Schermata del sito “Catalogo dei suoli dell’Emilia-Romagna” con i dati Analisi terreno (SACT) e carta dei suoli

Cliccando su un sito SACT si ottiene la seguente interfaccia:

ID SACT: 24325

Campionamento

Data: 15/06/1992 **Profondità:** 0 cm - 30 cm

Precisione di localizzazione: centroide del quadrato di riferimento con precisione <50 m

Parametri analitici

| | | | | | |
|-----------------|-----------|------------------------|----------|---------------------------|-------|
| Sabbia: | 33 % | Calcare Totale: | 18 % | Sostanza organica: | 1.6 % |
| Limo: | 43 % | Calcare Attivo: | 5 % | Azoto totale: | 1.1 ‰ |
| Argilla: | 24 % | pH: | 8.4 | | |
| K2O ass: | 343 mg/Kg | P2O5 ass: | 55 mg/Kg | | |

Note:

Suolo collegato

| | | | |
|---------------|------|---------------------|----------------|
| Sigla: | SEC1 | Descrizione: | SECCHIA franca |
|---------------|------|---------------------|----------------|

Chiudi

Figura 15. Interfaccia dati SACT

⁵ <https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/>



4.2.2 Utilizzo dei dati SACT per il piano di concimazione

Il sito “Catalogo dei suoli dell’Emilia-Romagna” permette di calcolare il **piano di concimazione** per un



appezzamento di terreno. Per fare ciò l’utente può utilizzare analisi di laboratorio in suo possesso oppure utilizzare i dati dei suoli che il sito mette a disposizione.

Per fare ciò è necessario disegnare l’appezzamento e dopo cliccarci sopra con il pulsante

Comparirà un’interfaccia di orientamento all’utilizzo dei dati da caricare nel piano di concimazione.

Per usufruire dei dati SACT bisogna utilizzare le opzioni della sezione **Caricamento dati da archivio**.

Figura 16. Disegno dell’appezzamento

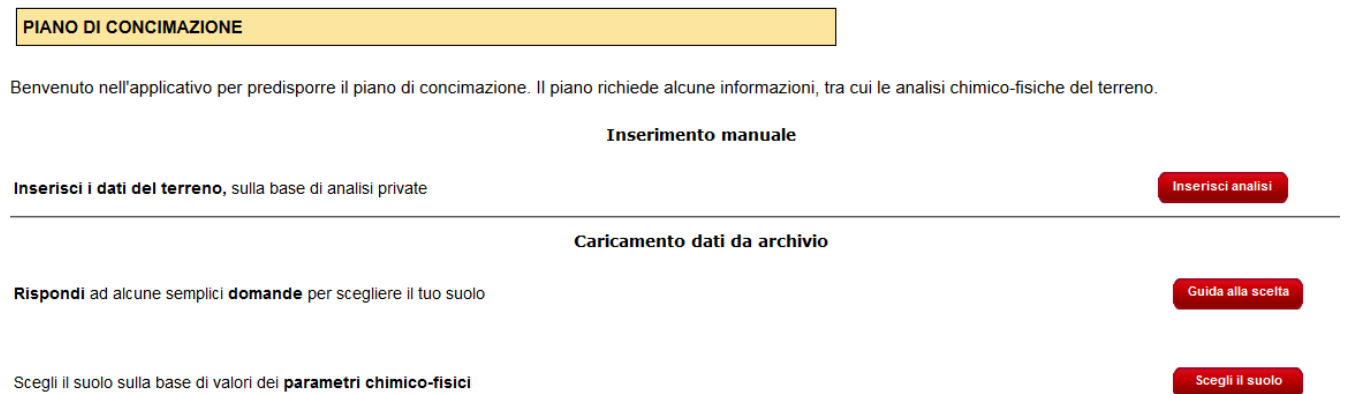


Figura 17. Interfaccia di scelta dei dati da caricare nel piano di concimazione

Al fine di scegliere, fra i suoli presenti nel poligono della carta dei suoli in cui ricade l’appezzamento, il suolo dell’appezzamento stesso, ci sono due possibilità.

Cliccando il pulsante **Guida alla scelta** si entra in un percorso guidato e si apre la seguente interfaccia.



Qual è la tessitura (combinazioni di sabbia, limo e argilla) nel suolo in superficie?

Tessitura franca argillosa limosa (FAL) in superficie (argilla <35%)

Tessitura franca limosa (FL) in superficie

Indietro



Figura 18. Interfaccia del percorso guidato (wizard) di scelta del suolo

Cliccando invece il pulsante **Scegli il suolo** vengono proposte i parametri fisico-chimici tipici dello strato lavorato dei suoli presenti e si apre quest'altra interfaccia.

| PARAMETRI CHIMICO-FISICI DI SUPERFICIE DEI SUOLI | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|----------|--------|-----------|--------------|----------|-----|--------|--------------|--------------|----------|-------------|
| Suoli delimitazione 6436 | | | | | | | | | | | | | |
| Scegli il suolo | Distrib. % | Profondità cm | Sabbia % | Limo % | Argilla % | Classe Tess. | Schel. % | pH | S.O. % | Calc. tot. % | Calc. att. % | Disp. O2 | Anal. comp. |
| SANT'OMOBONO franca argillosa limosa | 45 | 0-60 | 17.9 | 52.5 | 29.6 | FLA | 0 | 8 | 2 | 18 | 5 | buona | Vai |
| SANT'OMOBONO franca argillosa limosa | 30 | 0-50 | 23 | 49 | 28 | FA | 0 | 7.7 | 3 | 19 | 7 | buona | Vai |
| SANT'OMOBONO franca limosa | 15 | 0-90 | 24 | 50 | 26 | FL | 0 | 7.9 | 1 | 18 | 9 | buona | Vai |
| PRADONI franca argillosa limosa | 10 | 0-60 | 26 | 42 | 32 | FA | 0 | 7.8 | 2 | 17 | 9 | moderata | Vai |

Indietro

Figura 19. Parametri fisico-chimici dello strato lavorato dei suoli presenti nel poligono della carta dei suoli. I dati sono riferiti al sito rappresentativo locale dei singoli suoli

In entrambi i casi la scelta del suolo a tessitura franca limosa (in questo caso è il suolo SANT'OMOBONO franco limoso –SMB1- che occupa il 15% della superficie) determina l'apertura dell'interfaccia seguente:

Suolo SANT'OMOBONO franca limosa (SMB1). Delineazione 6436

Descrizione introduttiva

I suoli Sant'Omobono franco limosi sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa nella parte superiore e franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media.

Localizzazione nella delimitazione

al limite con la delimitazione 1113 (SMB1/SEC1)

VALORI MEDI analisi chimico-fisiche dei suoli SMB1 nella delimitazione (scelta consigliata)

| N. campioni | Sabbia % | Argilla % | pH | Calc. tot. % | Calc. attivo % | |
|-------------|----------|-----------|-----|--------------|----------------|---------------------|
| 5 | 19,8 | 26,6 | 8,1 | 15 | 5,2 | Concimazione |

Analisi chimico-fisiche del sito rappresentativo dei suoli SMB1 nella delimitazione

| ID Sito | Sabbia % | Argilla % | pH | Calc. tot. % | Calc. attivo % | |
|---------|----------|-----------|-----|--------------|----------------|---------------------|
| 6788 | 24 | 26 | 7,9 | 18 | 9 | Concimazione |

Tabella dati da elaborazioni geostatistiche

| Sost. organica % | N totale ‰ | P2O5 ass. mg/Kg | K2O ass. mg/kg |
|------------------|------------|-----------------|----------------|
| 1,5 | 1,2 | 47 | 344 |

Indietro
Analisi sito
Caratteristiche

Figura 20. Interfaccia relativa alle caratteristiche fisico-chimiche dello strato lavorato del suolo scelto

La prima tabella riporta i valori mediati dei dati SACT ricollegati al suolo SMB1 presenti nel poligono (delineazione) in cui ricade l'appezzamento.

Cliccando il pulsante **Concimazione** si apre l'interfaccia iniziale del piano di concimazione, in cui sono stati automaticamente caricati questi valori di analisi.

In questo caso i campioni disponibili sono solo 5, ma esistono casi in cui i campioni sono molti di più. Il numero di campioni su cui viene fatta la media è rapportato alla superficie occupata dal suolo nella delimitazione. Nel caso che la delimitazione abbia un'area >1000 ha è necessario, per eseguire le medie, che vi siano almeno 10 campioni; se la superficie è compresa fra 100 e 1000 ha ne bastano solo 3, nel caso di superficie <100 ha è sufficiente un solo campione.



Vi sono anche casi in cui non esistono nel poligono dati SACT ricollegati al suolo scelto. In questa situazione la scelta ricade obbligatoriamente sul sito rappresentativo locale. Per sito rappresentativo locale si intende un profilo⁶ o una trivellata⁷ derivati dalla Banca Dati dei Suoli che sia provvisto, almeno fino a **100 cm**, di analisi di laboratorio. I siti sono stati accuratamente selezionati in modo da rappresentare le caratteristiche dei suoli locali. I dati rappresentati nella figura 15 (dove si sceglie il suolo) sono quelli dei siti rappresentativi locali.

Nelle tabelle sottostanti sono messi a confronto, per lo strato superficiale, i **valori medi** dei parametri fisico-chimici dei suoli più diffusi fra pianura, basso e medio Appennino dei dati SACT (dataset completo strato superficiale) e dei siti rappresentativi. Nonostante che i siti rappresentativi siano numericamente molto inferiori ai dati SACT si può notare che i valori medi siano assolutamente confrontabili, con differenze molto piccole. Nel caso dei suoli del medio Appennino, a causa anche del basso numero di siti rappresentativi, vi sono maggiori scostamenti fra i valori ed in particolare per quelli di sostanza organica. I dati sono riferiti all'orizzonte superficiale (Ap).

| Suoli | SMB1 | | SMB2 | | BEL1 | | SEC1 | | VIL2 | | RSD1 | | LBA1 | | TEG2 | | CTL4 | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI |
| Numero campioni | 3911 | 177 | 3233 | 195 | 1773 | 90 | 1398 | 84 | 951 | 85 | 944 | 99 | 939 | 90 | 924 | 65 | 900 | 52 |
| Sabbia | 21.7 | 25.3 | 15.3 | 18.5 | 24.8 | 22.9 | 37.3 | 39.6 | 41.9 | 43.2 | 6.2 | 11.3 | 8.9 | 12.9 | 20.8 | 25 | 19.1 | 17 |
| Argilla | 23.4 | 23.9 | 31.7 | 31.6 | 25.3 | 25.2 | 21.9 | 22.0 | 17.0 | 19.9 | 50.4 | 49.1 | 42.9 | 42.9 | 31.6 | 31.4 | 32.0 | 32.5 |
| pH in acqua | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.91 | 8.0 | 7.9 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 7.5 | 7.9 | 7.9 |
| Calcare totale | 18.5 | 17.8 | 17.4 | 16.4 | 17.2 | 17.7 | 17.1 | 16.4 | 18.1 | 16.9 | 14.6 | 14.2 | 17.4 | 16.9 | 1.8 | 1.6 | 7.1 | 8 |
| Sostanza organica | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 2.3 | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2 | 1.9 | 2.2 |

Tabella 16. Confronto valori medi fra dati SACT e siti rappresentativi locali per i suoli di pianura più diffusi

| Suoli | BAN3 | | DEM | | MLP | | CRT | | FGG1 | | GRI3 | | ITA1 | | GIN1 | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI |
| Numero campioni | 263 | 35 | 218 | 29 | 122 | 13 | 113 | 12 | 107 | 10 | 102 | 15 | 81 | 9 | 77 | 5 |
| Sabbia | 13.1 | 9.9 | 11.4 | 11.4 | 11.5 | 20.0 | 22.4 | 19 | 53.6 | 35.6 | 13.0 | 13.2 | 14.9 | 15.2 | 20.7 | 17.1 |
| Argilla | 37.5 | 37.3 | 37.8 | 36 | 43.9 | 42.2 | 46.5 | 46.7 | 12.8 | 19.6 | 36.5 | 35.4 | 44.0 | 45.3 | 26.4 | 25.2 |
| pH in acqua | 8.1 | 8 | 8.0 | 8 | 8.1 | 8.1 | 7.8 | 7.8 | 8.1 | 7.9 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 8.0 | 8.0 |
| Calcare totale | 23.0 | 22.1 | 21.0 | 20.5 | 23.1 | 21.5 | 19.5 | 23.3 | 16.0 | 18.8 | 19.9 | 20.3 | 14.6 | 14.6 | 21.1 | 21.4 |
| Sostanza organica | 1.3 | 1.7 | 1.6 | 2.2 | 1.5 | 1.2 | 2.4 | 2.3 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 2.3 | 2.1 | 1.5 | 1.3 |

Tabella 17. Confronto **valori medi** fra dati SACT e siti rappresentativi locali per alcuni suoli del basso Appennino

| Suoli | VLE | | VIR | | PAN | | POL | | CLL | | TVN1 | | SIG | | CPR | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI | SACT | SITI |
| Numero campioni | 104 | 3 | 105 | 4 | 107 | 3 | 84 | 2 | 81 | 5 | 66 | 4 | 62 | 2 | 64 | 3 |
| Sabbia | 31.4 | 34.0 | 24.9 | 20.4 | 27.0 | 22 | 27.4 | 17 | 30.9 | 29.1 | 24.4 | 23.7 | 19.1 | 12 | 29.4 | 21.3 |
| Argilla | 29.2 | 28.0 | 28.1 | 30.5 | 26.9 | 29 | 29.3 | 31 | 23.4 | 24.4 | 27 | 30.6 | 38.0 | 38 | 26.0 | 28.7 |
| pH in acqua | 7.9 | 7.7 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.9 | 8 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.75 | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 8.2 |
| Calcare totale | 3.4 | 3.0 | 14.2 | 11.4 | 17.8 | 21 | 17.8 | 19 | 28.3 | 19.7 | 20.9 | 13.3 | 16.8 | 19 | 22.5 | 27.3 |
| Sostanza organica | 2.4 | 3.2 | 2.2 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 2.4 | 4 | 2.2 | 2.2 | 1.7 | 2.1 | 3.2 | 2.7 | 1.6 | 1.4 |

⁶ **Profilo**: scavo o trincea di profondità mediamente di 150 cm o più. Permette di evidenziare tutti gli **orizzonti** di cui è costituito, ai fini della loro identificazione e quindi della descrizione del suolo.

⁷ **Trivellata**: carotaggio del suolo eseguito con una trivella manuale. Permette di descrivere alcuni caratteri del suolo



Tabella 18. Confronto valori medi fra dati SACT e siti rappresentativi locali per alcuni suoli del medio Appennino

4.3 Consultazione sul sito Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna (MokaSuoli)

I dati SACT sono consultabili sul sito [Cartografia dei suoli della Regione Emilia-Romagna](https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/applicazioni/ped)⁸, definito brevemente in seguito MokaSuoli. La visualizzazione funziona solo per scale > 1:250.000. I dati sono "vestiti" per classi di argilla.

The screenshot displays the 'Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna' web application. On the left, a 'Livelli' (Layers) panel is visible with 'Suoli' and 'Analisi terreni' selected. The main map area shows a satellite view of a landscape with a blue location marker. An 'Interrogazione' (Query) window is open on the right, displaying a table of soil analysis data for a specific location (ID 51366).

| CAMPO | VALORE |
|---------------------------|---|
| ID cella | 51366 |
| ID analisi | 51366 |
| Precisione localizzazione | centroide del quadrato di riferimento con precisione <50 m |
| Data campionamento | 15/6/1983 |
| Prof. minima (cm) | 60 |
| Prof. massima (cm) | 100 |
| Sabbia % | 18 |
| Limo % | 46 |
| Argilla % | 36 |
| pH | 7.9 |
| Calcare totale (%) | 20 |
| Calcare attivo (%) | 10 |
| Sostanza organica (%) | 0.9 |
| K2O scambiabile (mg/kg) | 169 |
| P2O5 assimilabile (mg/kg) | 2 |
| N totale (per mille) | 0.7 |
| Note | |
| Sigla suolo | DEM |
| Nome del suolo | DEMANIO |
| Classi di argilla | argilla 35% - 39% |
| Note illustrative | https://geo.regione.emilia-romagna.it/gstatico/DOCUMENTI/DATI_PED/OL/ANALISI_TERRENI_SACT.PDF |

Figura 21. Esempio di consultazione dei dati SACT sul sito Moka-Suoli

⁸ <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/applicazioni/ped>



4.4 Consultazione sul GeoViewER Moka

I dati SACT sono consultabili anche dal visualizzatore del portale Minerva (GeoViewER Moka)⁹. Dal pannello di destra (Portale DG CTA) dal gruppo Suolo si aggiunge il tema "Siti di campionamento - Campioni analisi terreni" cliccando sul simbolo +. I dati sono "vestiti" per classi di argilla.

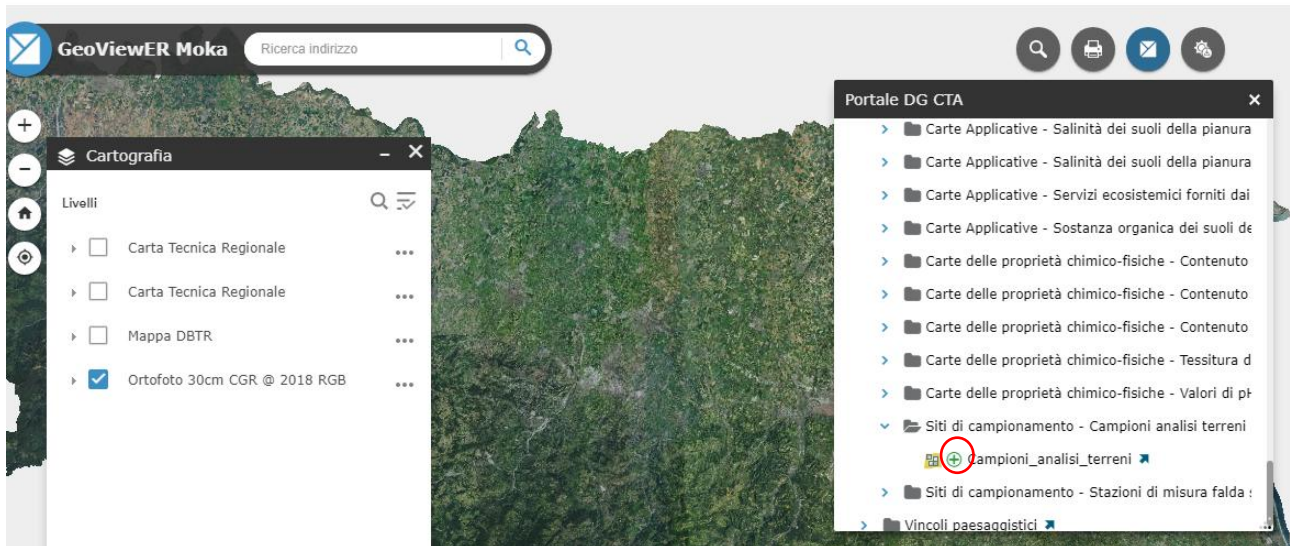


Figura 22. Scelta dei dati SACT su GeoVIEWER

Cliccando sul punto di interesse si ottengono i dati analitici correlati.

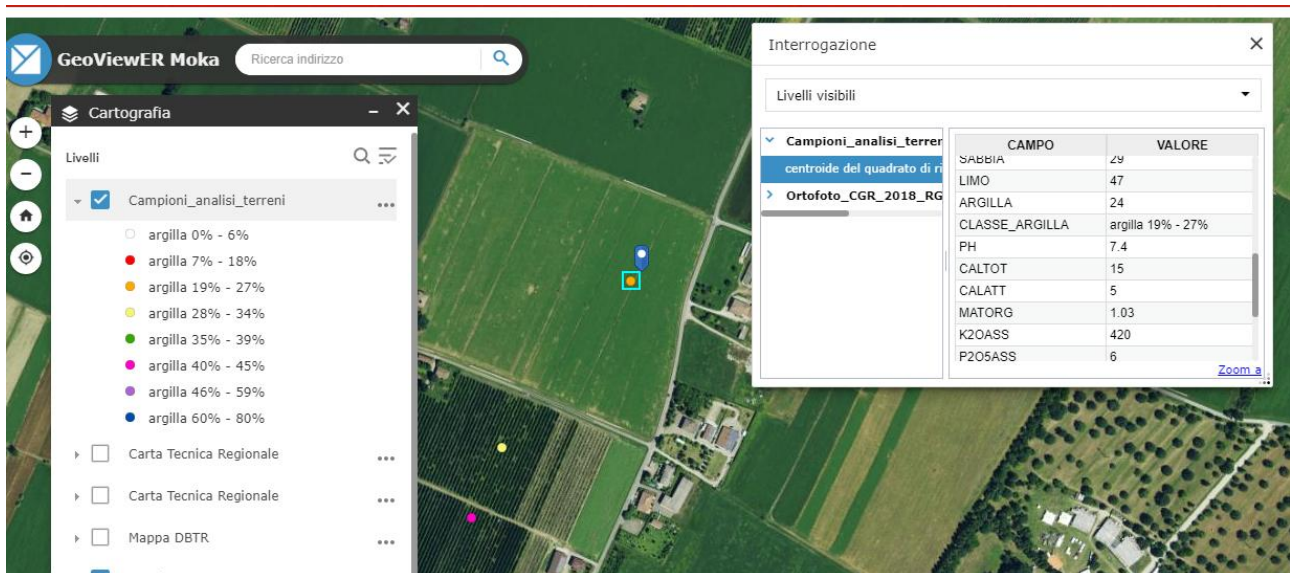


Figura 23. Esempio di interrogazione di un dato SACT su GeoVIEWER

⁹ <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2>



4.5 Consultazione sul visualizzatore del Geoportale dell'Emilia-Romagna

I dati SACT possono essere consultati anche sul **Geoportale regionale**, nella sezione dedicata alle mappe¹⁰. Si trovano nella sezione **Catalogo Generale - Informazioni geoscientifiche** come Siti di campionamento - Campioni analisi terreni. I dati sono "vestiti" per classi di argilla.

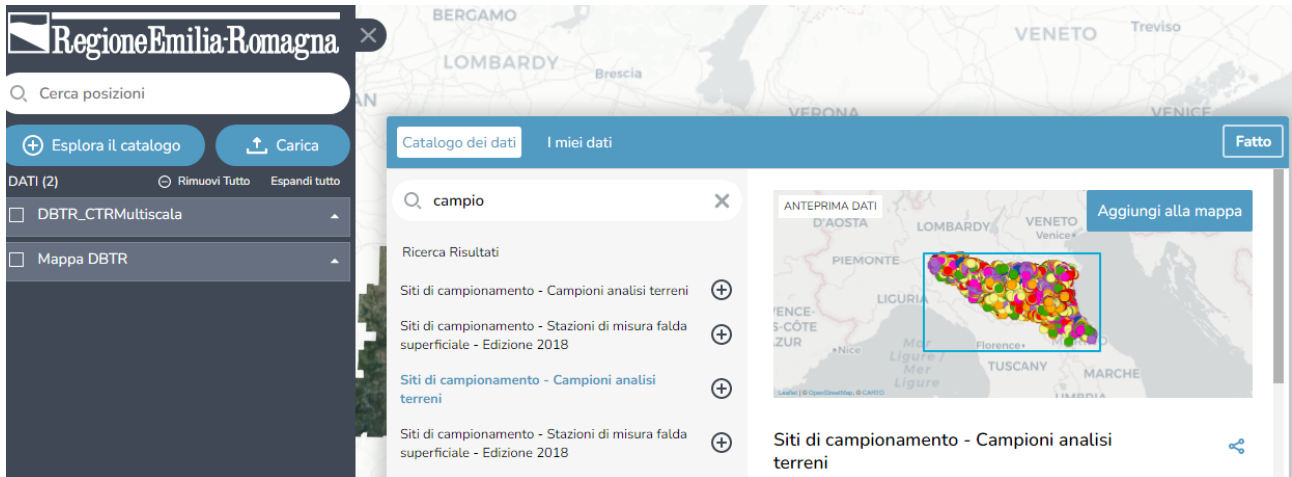


Figura 24. Scelta dei dati SACT sul visualizzatore del geoportale ER

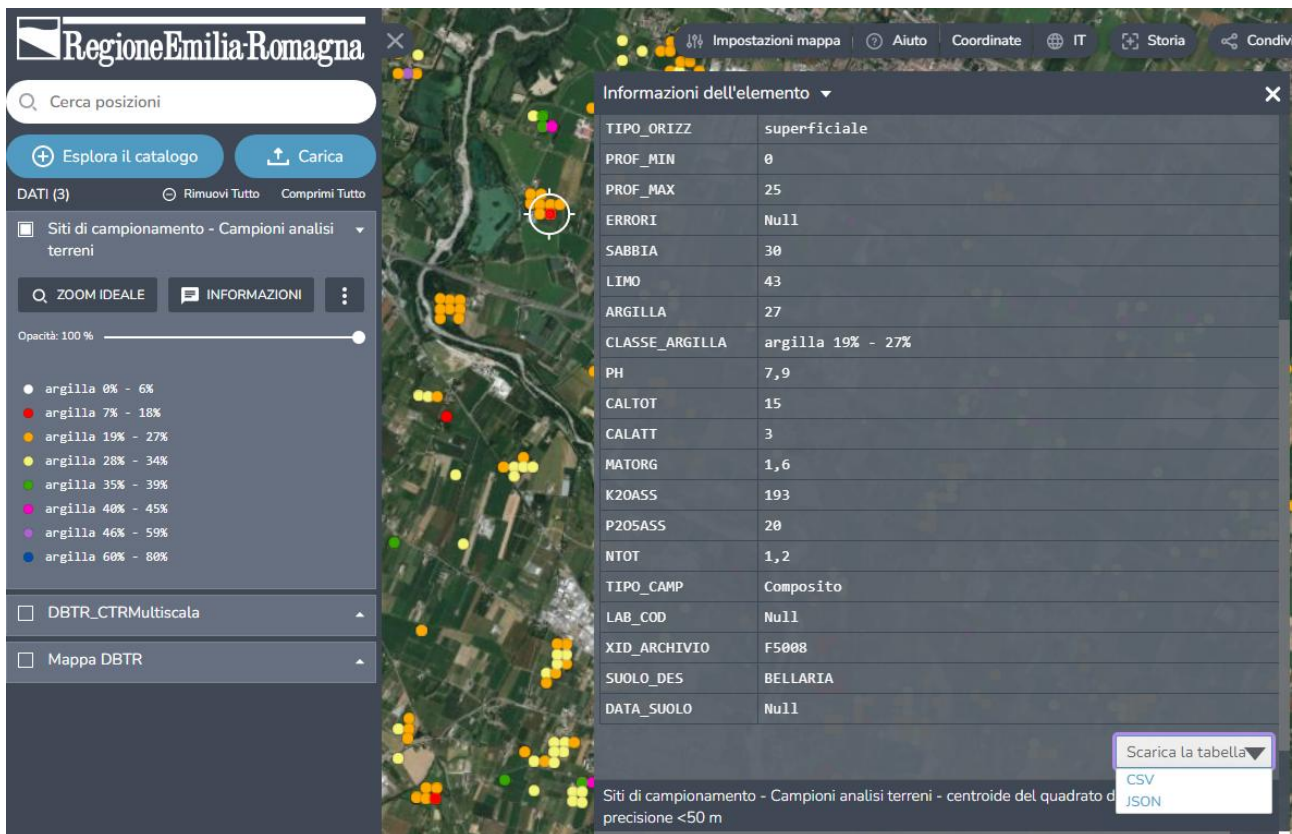


Figura 25. Esempio di interrogazione di un dato SACT sul geoportale ER

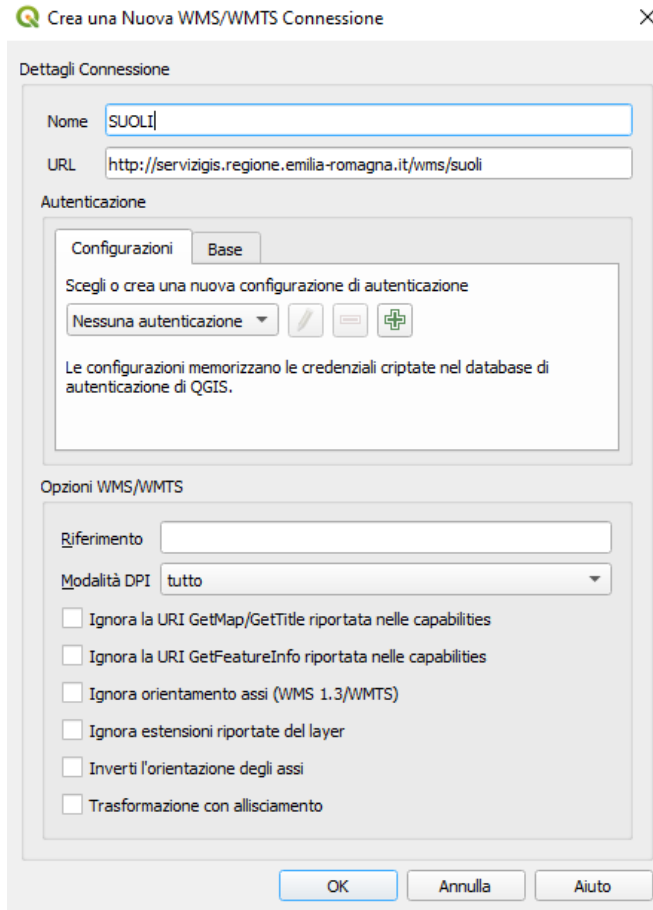
Si può anche scaricare la tabella dei dati relativi al punto selezionato in formato aperto CSV o JSON.

¹⁰ <https://mappe.regione.emilia-romagna.it/>



4.6 Consultazione come servizio WMS

I dati SACT possono anche essere consultati come servizio WMS mediante l'URL <https://servizigis.regione.emilia-romagna.it/wms/suoli> utilizzando un software GIS (es. ArcMap, Qgis ecc).



Di seguito si fa un esempio utilizzando Qgis¹¹ (Sistema di Informazione Geografica Libero e Open Source).

I dati SACT (Campioni Analisi Terreni) sono “vestiti” per le classi di argilla come illustrato nella tabella 19.

Cliccando nella zona d'interesse, oltre al valore del parametro scelto della cella, compare anche le informazioni relative all'attendibilità del dato.

La visualizzazione delle informazioni in QGIS è possibile nel formato HTML o ELEMENTO (quest'ultimo disponibile solo dalla versione 3.28 in poi).

Nel formato ELEMENTO la vista è migliore ma i campi sono elencati in ordine alfabetico e non con la sequenza logica impostata.

Figura 26. Immissione delle capabilities in Qgis

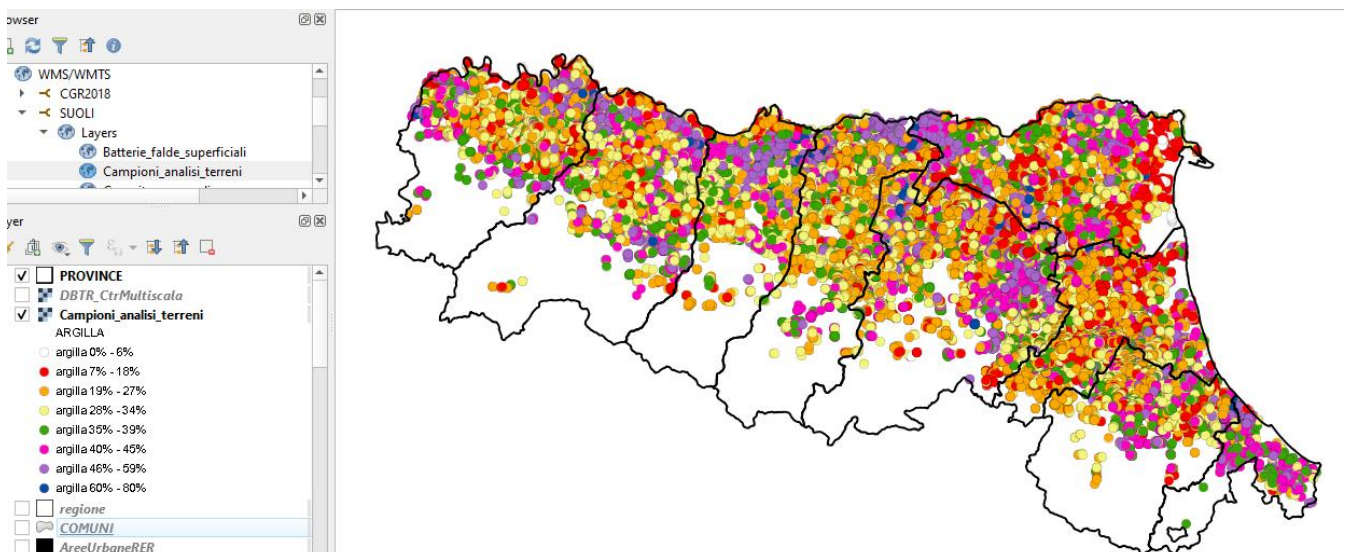


Figura 27. Visualizzazione del servizio WMS Campioni_analisi_terreni sulla base della classe di argilla

¹¹ <https://www.qgis.org/it/site/>



5 BIBLIOGRAFIA

Comprensorio Interprovinciale di Faenza. *Il Servizio Analisi Terreni ed interpretazione dati nel comprensorio faentino. Attività e risultati nel comune di Faenza dal 1979 al 1982.* (1984)

Drouineau G. *Dosage rapide du calcaire des sols.* Ann. Agrom. 12, N. 8 442 (1942).

Giandon P., Bortolami P. *L'interpretazione delle analisi del terreno. Strumento per la sostenibilità ambientale.* ARPAV, 2007

Lotti G. *Determinazione della sostanza organica del terreno.* Ann. Fac. Agr. Univ. Pisa 17, 5,113 (1956).

MiPAF, Osservatorio Nazionale Pedologico per la Qualità del suolo - *Metodi di Analisi Chimica del Suolo.* Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi. Franco Angeli Ed. 2000

Regione Emilia-Romagna. *Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione.* Assessorato Agricoltura. Servizio Sviluppo Agricolo, 1988.

Regione Emilia-Romagna. *Carta dei suoli della regione Emilia-Romagna in scala 1: 50.000. Edizione 2021.*
http://geo.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/carta_suoli_50k.pdf

Regione Emilia-Romagna. *Disciplinare di produzione integrata. Norme generali (2023).*
https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/temi/bio-agro-climambiente/agricoltura-integrata/disciplinari-produzione-integrata-vegetale/Collezione-dpi/dpi_2023/norme-general

Regione Emilia-Romagna. *Siti locali rappresentativi dei suoli della regione Emilia-Romagna (2021).*
http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/SITI_BENCHMARK_RER.pdf

Soc. Italiana di Scienza del Suolo. *Metodi normalizzati di analisi del suolo.* Tipolito-grafia «Gino Capponi», Firenze (1976).

Soc. Italiana di Scienza del Suolo. *Metodi normalizzati di analisi del suolo.* Edagricole, Bologna (1985)